



**Naturalis**

Repositorio Institucional  
<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar>

Universidad Nacional de La Plata  
Facultad de Ciencias Naturales y Museo



## Estudio aeropalínológico de la ciudad de La Plata

**Nitiu, Daniela S.**

Doctor en Ciencias Naturales

Dirección: Romero, Edgardo J.

Co-dirección: Morbelli, Marta Alicia

Facultad de Ciencias Naturales y Museo  
2006

Acceso en:

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/id/20120126000037>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



**Naturalis**

Repositorio Institucional  
FCNyM - UNLP

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA  
CÁTEDRA DE PALINOLOGÍA

Tesis presentada para optar al grado académico de  
Doctor en Ciencias Naturales

ESTUDIO AEROPALINOLOGICO  
DE LA CIUDAD DE LA PLATA



•  
Autora  
Daniela S. Nitíu

Director  
Dr. Edgardo J. Romero

Co-directora  
Dra. Marta A. Morbelli

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA.  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO  
2005

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Dr. Edgardo J. Romero por haberme introducido en la disciplina Aeropalinología, por transmitirme su experiencia en el tema, por enseñarme la metodología de abordaje y muestreo y por haberme brindado toda su confianza y apoyo permanente.

A la Dra. Marta A. Morbelli por haber pensado en mí al momento de plantearme hacer Aeropalinología y por haber establecido un espacio científico a esta temática entre las especialidades que en el área de Palinología de la Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de La Plata se desarrollan. Por haber sido mi apoyo y guía constante en todas las etapas de mi investigación, acompañándome a superar obstáculos y avanzar hacia los objetivos propuestos.

A los Investigadores de la Cátedra de Palinología del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, a los Investigadores del Laboratorio de Palinología del Departamento de Biología de la Universidad de Buenos Aires, a los investigadores Fabiana Latorre y Claudio Pérez del Laboratorio de Palinología del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Mar del Plata, a la investigadora María Marta Bianchi del Centro Regional Universitario Bariloche de la Universidad Nacional del Comahue por compartir su amor por la Palinología.

A mi esposo Julián, que me ha brindado su amor y contención en todas las etapas de mi Tesis. A mi hijo Matías, quien es mi luz. Los amo.

A mi madre Irma, que estuvo desde siempre con su constante apoyo afectivo y optimismo y a quien debo mi formación personal. A mi hermana Carolina, a mi cuñado Raúl y a mis sobrinos Macarena, Micaela, Nicolás y Martín por acompañarme.

A mis amigas incondicionales, Andrea Mallo y Karina Cherñajovsky por tantos momentos compartidos, así como a todos aquellos colegas que me brindaron muestras reales de afecto y experiencias personales.

Este trabajo fue posible gracias a las becas de investigación otorgadas por la CIC (Comisión de Investigaciones Científicas) y CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas), así como al apoyo económico de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) a través del financiamiento del proyecto: Desarrollo de la Palinología Básica y sus aplicaciones Parte II. (2001-2004) otorgado a la Dra. Marta A. Morbelli.

## RESUMEN

Se realizó el primer estudio horario del contenido de polen de la atmósfera de la ciudad de La Plata ( $34^{\circ} 55' S$  y  $57^{\circ} 17' W$ ) con un captador volumétrico Tipo Hirst (Lanzoni VPPS 2000) durante un período de tres años (julio 1998- junio 2001).

Los datos de censos previos de la vegetación arbórea de la ciudad y datos propios del área cercana al sitio de muestreo mostraron la existencia de una gran diversidad de taxones, en su mayoría, naturalizados o utilizados con fines ornamentales en calles y plazas. Se puso especial atención a la vegetación arbórea y principalmente la anemófila y se determinó el período de floración de aquellas más abundantes. Se observó para cada año que los ritmos de fenofases florales de los taxones arbóreos anemófilos mostraron una alta correspondencia con las curvas de emisión de polen a la atmósfera. Se analizaron las condiciones climáticas estacionales previas al inicio de la floración, dado que las mismas jugaron un rol importante en el comportamiento fenológico-floral para cada año, principalmente referidas a la temperatura.

El análisis del contenido de polen de la atmósfera permitió reconocer 74, 78 y 60 tipos polínicos para cada uno de los años, respectivamente. A partir de la caracterización morfológica de los mismos se pudo determinar en su mayor parte, las fuentes productoras a distintos niveles taxonómicos, estos fueron, familia, género o especie. La vegetación anemófila de hábito arbóreo resultó ser la principal fuente de polen presente en la atmósfera con una alta representatividad en el registro polínico correspondiendo a las categorías equirepresentados y sobrerrepresentados. Se comprobó que la abundancia, cercanía y ubicación



relativa de dichas fuentes en el área fueron factores importantes para determinar el número de tipos polínicos presentes en la atmósfera. Se registró una reducida o nula representatividad de los taxones de polinización entomófila en el espectro de polen, que en su mayoría correspondieron a la categoría subrepresentados. Aunque poco frecuente, se registró la presencia de polen extraregional de *Nothofagus* en todos los períodos. La dirección y velocidad del viento jugaron un rol fundamental, dada la distancia de dispersión de dicho polen.

A partir de los registros de polen totales para cada año, los tipos polínicos reconocidos fueron clasificados en tres grupos, a saber, abundantes, moderados y escasos. “Abundantes”, fueron considerados aquellos tipos polínicos que tuvieron una representación en la atmósfera entre 100% y 1%; “moderados”, fueron considerados aquellos tipos polínicos cuya representación estuvo entre 0.9% y 0.1% y “escasos”, fueron considerados aquellos tipos polínicos cuya representación en la atmósfera fue inferior al 0.1% del total de polen.

El número de tipos polínicos “abundantes” en la atmósfera varió entre 10 y 12 durante el lapso de muestreo y constituyeron entre el 93 % y el 94 % del total de polen para cada año. Aquellos que estuvieron presentes en la atmósfera en los tres períodos de muestreo en orden decreciente de concentración fueron: *Platanus*, *Fraxinus*, Poaceae, Cupressaceae, Urticaceae, Cyperaceae, Myrtaceae, *Ambrosia*, *Celtis*, *Acer*, *Casuarina* y *Morus*.

El número de tipos polínicos “moderados” varió entre 16 y 18 según el período considerado y representaron entre el 4% y el 5.5% del total de polen para cada año. Aquellos que estuvieron representados en los tres períodos fueron en

orden decreciente de concentración, fueron Chenopodiaceae, *Plantago*, *Artemisia*, *Quercus*, *Echium*, *Populus*, *Castanea*, *Phoenix*, Apiaceae, *Ricinus*, *Salix* y *Pinus*.

El número de tipos polínicos “escasos” variaron entre 32 y 50 según el período considerado y representaron entre el 0.2% y el 1% del total de polen para cada año. Esta categoría incluyó también a un grupo de tipos polínicos no identificados. Los más destacados en orden decreciente de concentración fueron: *Schinus*, *Juglans*, *Jacaranda*, *Nothofagus*, *Ephedra*, *Ulmus*, *Acacia*, *Alnus*, *Strelitzia*, *Betula-Corylus*, *Tilia*, *Cedrus*, *Olea*, *Typha*, *Mimosa*, *Liquidambar*, *Taraxacum*, *Rumex*, *Gallium*, *Ailanthus*, *Calliandra*, *Juncus*, *Ligustrum*, *Aesculus*, *Persea*, *Lotus*, Euphorbiaceae, Rosaceae y Brassicaceae.

El análisis comparativo anual de aporte de polen a la atmósfera mostró que el mayor registro se halló en el primer período, entre julio 98/junio 99, ello estuvo dado por una mayor productividad de polen arbóreo-arbustivo y herbáceo, respecto de los otros dos períodos. Este proceso se vio favorecido por las condiciones climáticas de verano cálido, baja temperatura acumulada en el invierno y mayor temperatura previa a la polinación para cada grupo taxonómico previos a la floración. En el segundo período, julio 99/junio 00, hubo un número inferior de polen total, principalmente para el grupo arbóreo y ello se debió, en parte, a la menor temperatura acumulada en el invierno. En el tercer período, julio00/ junio 01, se obtuvo el menor registro de polen total en la atmósfera, pese a haber acumulado temperatura más baja en invierno. Dicho proceso se vio afectado por un registro alto de precipitaciones durante el período previo a la polinación. Estas condiciones subsistieron inclusive durante la polinación.

Se confeccionaron calendarios polínicos anuales (de julio a junio del siguiente año) con tipos polínicos con mayor representación en la nube. A partir del análisis de dichos diagramas, se evidenciaron tendencias en las curvas de presencia de polen en la atmósfera. Las mismas fueron relativamente constantes para cada tipo polínico en los tres años con particularidades propias. Aquellas curvas que mostraron lapsos cortos en la atmósfera, no superaron el mes, y correspondieron en general al polen de un solo taxón como fueron los casos de *Acer negundo*, *Platanus acerifolia*, *Morus alba*, *Casuarina cunninghamiana* y *Populus deltoides* o de taxones tales como *Fraxinus* spp., *Pinus* spp. y *Cedrus* spp cuyas especies presentaron períodos de emisión relativamente coincidentes. Las curvas relativamente extensas que mostraron presencias prolongadas de duración de varios meses a un año en el espectro, se correspondieron con ciertos tipos polínicos asignables a taxones multiespecíficos. En estos casos la emisión de polen mostró una sucesión en el tiempo. Estos fueron los casos de, Poaceae, Myrtaceae y Urticaceae.

El análisis comparado de cada calendario polínico anual permitió evidenciar dos etapas de predominio polínico en la atmósfera. Una primera etapa entre julio y octubre con predominio de polen producido por taxones arbóreos y una segunda etapa entre noviembre y marzo con predominio de polen producido por taxones herbáceos. Mientras que entre abril y junio se registró escaso polen en la atmósfera, sin predominio de ningún tipo polínico particular.

Cada tipo polínico presentó fluctuaciones particulares en cada período en cuanto al día de inicio y finalización, en el total de días de máxima polinación, de presencia como los días de máximo y mínimo registro y en el número total de días

presentes en la atmósfera. En muchos casos, estos procesos fueron modificados por condiciones meteorológicas tales como, dirección y velocidad del viento o por fenómenos de corta duración tales como las precipitaciones.

El ritmo de presencia horaria de cada tipo polínico en la atmósfera para cada período se caracterizó como, tipos polínicos con mayor presencia en la atmósfera a una hora determinada del día, tipos polínicos que presentaron un registro de máxima presencia durante un período horario y tipos polínicos cuyo registro de polen fue diverso a lo largo de las horas del día. Aquellos tipos polínicos con diferencias horarias notables de concentración mostraron en general el mínimo registro de polen a las 2:00, le siguió en aumento los registros de polen a las 8:00 y las 20:00 y los mayores registros de polen a las 10:00 y las 14:00 o en ese período horario. Dicho fenómeno estuvo asociado directamente al ritmo circadiano de temperatura, humedad relativa y dirección y velocidad del viento, que participan en el proceso de antesis, emisión y dispersión del polen.

El estudio aeropalinológico de la ciudad de La Plata mostró que los patrones diarios y horarios de polen en la atmósfera para cada tipo polínico reflejaron una relación estrecha entre vegetación-floración-polen-meteorología-climatología propia para cada período de muestreo y única por su ubicación geográfica.

## **ABSTRACT**

The first study of the pollen content in the atmosphere of the city of La Plata ( $34^{\circ} 55' S$  and  $57^{\circ} 17' W$ ) was carried out with a Hirst Type (Lanzoni VPPS 2000) volumetric captor for a period of three years (june 1998-june 2001).

The data of previous records of the arboreal vegetation of the city and the data of the area near the sampling site showed the presence of a great diversity of taxa, most of them naturalized or used with ornamental purposes in streets and squares. Special attention was given to the arboreal vegetation and mainly to the anemophilous, and the floral periods of the most abundant were determined. It was observed for each year that the floral phenophases rythms of the anemophilous arboreal taxa showed a high correspondence with the curves of pollen emission to the atmosphere. The seasonal climatic conditions previous to the floration initiation were analyzed since they played an important role in the phenologic-floral behaviour for each year, mainly those related to temperature.

The analysis of the content of pollen in the atmosphere allowed to find 74, 78 and 60 pollen types for each of these years. Based on their morphologic characterization the sources that produced them were determined at different taxonomic levels: family, genre or species. The anemophilous vegetation of arboreal habit was found to be the main source of the pollen present in the atmosphere with a high representativeness in the pollen record that corresponds to the equirepresented and overrepresented categories. It was verified that the relative abundance, proximity and location of these sources in the area were important factors to determine the number of pollen types present in the atmosphere. A reduced or null representativeness of the entomophilous pollination taxa in the pollen spectrum was recorded and they corresponded to the overrepresented category. Even if it was not very frequent, the

presence of extraregional pollen of *Nothofagus* was recorded in all the periods. The wind direction and speed played a fundamental role due to the dispersion distance of this pollen.

Based on the total pollen records for each year, the pollen types found were classified in three groups: abundant, moderate and rare. “Abundant” were those pollen types that had a representation in the atmosphere between 100% and 1%; “moderate”, were those pollen types whose representation was between 0.9% and 0.1% and “rare” were those pollen types whose representation in the atmosphere was lower than 0.1% of the total pollen.

The number of “abundant” pollen types in the atmosphere varied between 10 and 12 during the sampling time and constituted between 93% and 94% of the total of pollen for each year. Those which were present in the atmosphere in the three sampling periods in decreasing order of concentration were: *Platanus*, *Fraxinus*, *Poaceae*, *Cupressaceae*, *Urticaceae*, *Cyperaceae*, *Myrtaceae*, *Ambrosia*, *Celtis*, *Acer*, *Casuarina* y *Morus*.

The number of “moderate” pollen types varied between 16 and 18 depending on the period considered and represented between 4% and 5.5% of the total pollen for each year. Those that were represented in the three periods were, in decreasing order of concentration: *Chenopodiaceae*, *Plantago*, *Artemisia*, *Quercus*, *Echium*, *Populus*, *Castanea*, *Phoenix*, *Apiaceae*, *Ricinus*, *Salix* y *Pinus*.

The number of “rare” pollen types varied between 32 and 50 depending on the considered period and represented between 0.2% and 1% of the total of pollen for each year. This category also included a group of pollen types which were not identified. The most outstanding in decreasing order of concentration order were: *Schinus*, *Juglans*, *Jacaranda*, *Nothofagus*, *Ephedra*, *Ulmus*, *Acacia*, *Alnus*, *Strelitzia*, *Betula-Corylus*, *Tilia*, *Cedrus*, *Olea*, *Typha*, *Mimosa*, *Liquidambar*, *Taraxacum*, *Rumex*, *Gallium*, *Ailanthus*, *Calliandra*, *Juncus*, *Ligustrum*, *Aesculus*, *Persea*, *Lotus*, *Euphorbiaceae*, *Rosaceae* y *Brassicaceae*.

The annual comparative analysis of pollen contribution to the atmosphere showed that the greatest record was found in the first period, between July 1998/June 1999. This was given by a higher productivity of arboreal-shrub-like and herbaceous pollen compared to the other two periods. This process was favoured by the climatic conditions of warm summer, low temperature accumulated in winter and higher temperature prior to the pollination for each taxonomic group before floration. In the second period, July 1999/June 2000, there was a lower number of total pollen, mainly for the arboreal group and that was, partially, due to the lower temperature accumulated in winter. In the third period, July 2000/June 2001, the lowest record of total pollen in the atmosphere was obtained, in spite of the accumulation of lower temperature in winter. This process was affected by a high record of precipitations during the period previous to pollination. These conditions continued even during pollination.

Annual pollen calendars (from July to June of the following year) were prepared with the pollen types with greater representation in the cloud. Based on the analysis of these charts two trends were observed in the curves of pollen presence in the atmosphere. They were relatively constant for each pollen type in the three years and each of them showed particular features. Those curves that showed short periods in the atmosphere did not surpass the month and corresponded in general to the pollen of only one taxon were the cases of *Acer negundo*, *Platanus acerifolia*, *Morus alba*, *Casuarina cunninghamiana* y *Populus deltoids* and the taxon like *Fraxinus* spp., *Pinus* spp., *Cedrus* spp, in this cases its species showed emission at the same time. The relatively extensive curves that showed the presence of several months in a year in the spectrum corresponded with some pollen types assignable to multispecific taxa. In these cases the pollen emission showed a succession in time. These were the cases of Poaceae, Myrtaceae and Urticaceae.

The compared analysis of each annual pollen calendar showed two stages of pollen predominance in the atmosphere: a first stage between July and October with pollen

predominance produced by arboreal taxa and a second stage between november and march with pollen predominance produced by herbaceous taxa. Whereas between april and june rare pollen was recorded in the atmosphere without predominance of any particular pollen type.

Each pollen type showed particular fluctuations in each period in regards to the day of beginning and end, of the total days of maximum pollination, of presence as the days of maximum and minimum record and in the total number of days present in the atmosphere. In many cases these processes were modified due to meteorological conditions such as wind direction and speed or due to short duration phenomena such as precipitations.

The rythm of hourly presence of each pollen type in the atmosphere for each period was seen as pollen types with greater presence in the atmosphere at a certain time of the day, pollen types that represented a record of maximum presence during an hourly period and pollen types whose pollen record was diverse in different hours of the day. Those pollen types with remarkable time differences of concentration showed in general the minimum record of pollen at 2:00, the following were the pollen records at 8:00 and 20:00 and the greatest records of pollen were at 10:00 and 14:00 or during this period of time. This phenomenon was directly associated with the circadian daily rhythm of temperature, relative humidity and wind direction and speed that participate in the process of pollen anthesis, emission and dispersion.

The aeropalynologic study of the city of La Plata showed that the daily and hourly patterns of pollen in the atmosphere for each pollen type showed a close relationship between vegetation-floration-pollen-meteorology-climatology which is typical of each sampling period and unique for its geographic location.



# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

Introducción	1
Antecedentes	3
Objetivo principal y objetivos específicos	6
Hipótesis	7
Mapa conceptual	8

## MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción del área	9
Trabajo de campo	9
Censos en la ciudad	10
Análisis fenológico	11
Palinoteca de referencia	12
Ilustración del atlas	12
Sitio de instalación del muestreador	13
Características del muestreador	13
Técnica de muestreo	14
Análisis de los registros polínicos	15
Datos meteorológicos	16
Análisis polen-vegetación	17
Mapas de la República Argentina y plano de la ciudad de La Plata	19
Fotografías del Captador Volumétrico Lanzoni	20

## RESULTADOS

### CAPÍTULO I. CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA URBANA

1.1. Análisis de la vegetación arbórea y herbácea	21
1.1.1. Detalle de la vegetación arbórea	21
1.1.2. Detalle de la vegetación herbácea	22
1.2. Desarrollo fenológico floral	23
1.2.1. Análisis de los datos	23
1.2.2. Calendario floral	25
1.2.3. Duración de la floración	26
1.2.4. Análisis floral y las variables climáticas y meteorológicas	28
Tablas, figuras y relevamientos	31 a 38

### CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN PALINOLÓGICA DE LA ATMÓSFERA

2.1. Presencia y concentración	39
2.2. Representación AP y NAP	42
Análisis del período de polinación de taxones arbóreos	42
Análisis del período de polinación de taxones herbáceos	45
Análisis del período sin predominancia polínica	47

Distribución mensual del registro de polen	47
Riqueza	49
Diversidad	49
Descripción de los ritmos polínicos	50
Caracterización de los principales taxones representados en la atmósfera	51
Registro polínico horario	57
Distribución horaria de AP y NAP	59
Análisis diario de los tipos polínicos producidos por taxones arbóreos y arbustivos	63
Análisis diario de los tipos polínicos producidos por taxones herbáceos	64
Tablas, figuras, calendarios	66
Publicaciones	93 a 97

### **CAPÍTULO III. CONCENTRACION POLÍNICA Y VARIABLES METEOROLÓGICAS**

3.1. Análisis de datos climáticos y meteorológicos del área	98
3.2. Análisis estacional de las variables	100
3.3. Correlación entre concentración polínica y variables meteorológicas	102
Tablas, figuras	104 a 111

### **CAPÍTULO IV. RELACIÓN ENTRE LA REPRESENTACIÓN POLÍNICA Y LA VEGETACIÓN**

Análisis del registro de vegetación y de polen	112
4.2. Análisis de la representatividad de los taxones	114
4.3. Distancia de la fuente emisora	115
Tablas, figuras	119 a 122

### **ANÁLISIS DE EMISIÓN DE POLEN EN RELACION CON LOS FACTORES CLIMATICOS**

Análisis del comportamiento polínico diario	126
Análisis de los taxones arbóreos más representativos del muestreo	127

### **CONCLUSIONES**

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ATLAS**

Descripción morfológica de tipos polínicos presentes en la atmósfera	152
Fotografías de los tipos polínicos al MEB	163

# *INTRODUCCIÓN*

## INTRODUCCION

La Aerobiología es una disciplina científica que estudia a los organismos biológicos de transporte pasivo en la atmósfera. El término Aerobiología fue primeramente introducido por Meier en la década de 1930 para describir los micropartículas que se hallaban en el aire, (Nilsson & Praglowski, 1992).

Una de las disciplinas involucradas en este contexto es la Aeropalinología que comprende el estudio de granos de polen y esporas que conforman la nube atmosférica.

El proceso aerobiológico está integrado por cinco aspectos: fuente de emisión, liberación, transporte pasivo, depositación e impacto en diversos sustratos y en el hombre (Nilsson, 1988). Estos procesos se hallan interrelacionados y los factores ambientales participan y afectan en diverso grado a cada uno de ellos.

El registro de polen de la atmósfera refleja indirecta y parcialmente la estructura composicional de una comunidad vegetal específica. Existen múltiples factores biológicos y ambientales que influyen desde la génesis del taxón hasta la dispersión del polen y por ende en el grado de representatividad en la atmósfera.

El desarrollo de esta línea de investigación permite profundizar e interpretar la dinámica ambiental de la aerobiota (Pla Dalmau, 1961) y de sus aspectos ecológicos (Andersen, 1973) y epidemiológicos (Solomon & Dirham, 1967). La determinación de los granos de polen que conforman la nube polínica, su concentración y el comportamiento anual en la atmósfera por un lapso prolongado, son registros muy significativos que permiten tener una idea de la riqueza,

diversidad y dinámica fenológica de la comunidad vegetal de un área (Pathirane 1975)

Para el estudio de concentración actual de granos de polen en el aire, hay tres métodos básicos. La selección de los mismos estará determinada por el propósito del estudio y los resultados a esperar: *gravimétricos* (sedimentación) integrado por el captador Durham (Durham 1946) y el Tauber, Tauber (1971); de *impacto* con el captador Cour, (Cour, 1974) y los *volumétricos*. De este último grupo pueden citarse Rotorod, (Perkins, 1957) y sus modificaciones Rotobar y Rotoslide, (Raynor et al., 1970) y aquellos más especializados con un sistema de relojería y aspiración pueden citarse los Tipo Hirst, (Hirst, 1952) con los captadores Lanzoni y Burkard.

La información obtenida de estudios aeropalinológicos es indispensable en investigaciones aplicadas, tales como: reproducción vegetal (Hjelmroos, 1991) y colonización de nuevos espacios (Janssen, 1966), contaminación ambiental (Marletto et al., 1992), monitoreo de plagas (García-Mozo et al., 2002), y agronómicos de forestación (Taylor, 1974; Wiekgolaski, 1974) corredores de aire (Agashe & Alfadi 1989), o como información básica para otras áreas científicas tales como la medicina para el tratamiento y prevención de la polinosis (Coca et al., 1931); Rodríguez et al., 2001).

## ANTECEDENTES

Los estudios aeropalinológicos se hallan muy difundidos en los países del primer mundo como Japón, Estados Unidos y España, dada la eficacia y confiabilidad en la información que estos proveen (Spiekma 1986).

Los estudios publicados sobre aeropalinología en Latinoamérica son relativamente escasos, a pesar de la gran diversidad de vegetación que se extiende desde centro América hasta las regiones subtropicales. (García & Caraballo, 2005)

En América Central se destacan las contribuciones de: Lagos (1975) para *El Salvador*; Palacio Chávez (1977) y Montes & Cisneros (1982) para *México*; Stuchlik & Moncada (1980) para *Cuba*; Leal et al. (1993) y Cabrales Uribe (2003) para *Colombia*. En estos trabajos se utilizaron captadores gravimétricos, Tauber (1977) y los muestreos no superaron al año de análisis. Se analizaron los tipos polínicos más representados en la atmósfera y los ritmos de presencia. En estos mismos, se resaltó la importancia de los estudios aeropalinológicos como únicos indicadores útiles sobre la presencia y dispersión de los agentes etiológicos en enfermedades alérgicas principalmente en vías respiratorias.

En América del Sur, para *Chile* Mardones (1997) realizó un calendario polínico anual de la ciudad de Santiago con un muestreador volumétrico Rotorod. En dicho gráfico visualizó el comportamiento y dinámica de la nube de polen durante un año de muestreo. Aljaro et al. (1979) analizaron los periodos de polinización de especies anemófilas de Santiago y Rojas & Nolla (2001) realizaron un relevamiento de los tipos polínicos de la atmósfera causantes de polinosis en la misma ciudad.

En la República Argentina se han editado datos aeropalinológicos efectuados en ciudades importantes con diversas finalidades y tipos de muestreadores.

Los primeros registros de polen atmosférico citados en Argentina, fueron realizados en la ciudad de *Buenos Aires* en el año 1944 con un muestreador gravimétrico Tauber. En dicho trabajo se confeccionó un calendario polínico de la ciudad por un año con los principales representantes de polen en el aire.

Trabajos posteriores en la ciudad de Buenos Aires pero basados sobre muestreos con captadores volumétricos (Rotorod) fueron los realizados por Romero et al. (1992); Noetinger et al. (1992); Majas et al. (1992); Noetinger & Romero (1997); durante un lapso de dos años de muestreo. En dichos trabajos se mostraron la diversidad, concentración polínica y presencia en diversas áreas de la ciudad.

Análisis aeropalinológicos con captadores volumétricos Tipo Hirst pueden citarse para la ciudad de Buenos Aires los realizados por Romero & Nitiu (1996); Nitiu, Latorre, & Romero (1997); Nitiu, Mallo & Romero (2003). En ellos se analizaron la dinámica polínica en un año de muestreo y los objetivos fueron los de interpretar la nube de polen desde diversos aspectos así como analizar el grado de incidencia de los factores meteorológicos en estos procesos.

La ciudad de *Mar del Plata* fue una de las primeras en el país en donde se utilizó el captador volumétrico Hirst. Estos trabajos fueron los de, Bianchi (1994), Latorre (1997); Latorre & Perez (1997); Latorre & Bianchi (1998); Perez & Paez (1998); Latorre, (1999); Perez et al. (2001); Gasmann et al. (2002). Los

objetivos de dichos trabajos fueron interpretar el modo en que la vegetación y su dinámica fenológica se expresan en el registro de polen, resaltar presencias y evaluar la influencia de los factores meteorológicos sobre dicha relación.

En la ciudad de *La Plata* se han realizado escasos trabajos de polen aéreo. Uno de ellos fue la tesis de Silenzi (1966) inédito. Se efectuó un análisis cualitativo y cuantitativo anual, mensual y diario de los granos de polen a partir de datos tomados con un muestreador gravimétrico en un área céntrica de la ciudad. Con dichos datos se confeccionó un calendario polínico anual. Morbelli (1970; 1975) inédito, efectuó un análisis anual, mensual y diario con datos obtenidos con un captador gravimétrico en la atmósfera de un área de la ciudad con características propias, como es la del Bosque.

A partir del año 1998 se ha comenzado a desarrollar muestreos aeropalinológicos en la *ciudad de La Plata* con una metodología volumétrica del Tipo Hirst. Nitíu & Romero (2001), Nitíu & Mallo (2002), Nitíu & Romero (2002), Nitíu (2003) y Nitíu (2004). Estas publicaciones se presentan formando parte de este trabajo. La finalidad de dichos estudios, fue el reconocimiento de los tipos polínicos presentes en la atmósfera, su ritmo biológico y la del impacto de los factores atmosféricos sobre estas partículas.

Se han realizado numerosos muestreos aeropalinológicos con muestreadores gravimétricos en distintas ciudades del país cuyo principal objetivo fue la determinación de los tipos polínicos y épocas de presencia en la atmósfera, para ser aplicados a interpretaciones referidas a salud. Pueden citarse los de: Cuadrado (1979), en *Corrientes*; García de Albano, (1993) en *Santiago del Estero*; García de Albano (1996), en *Salta* y Paul et al. (1998), en *Posadas*.



Con captadores volumétricos Tipo Rotorod pueden citarse los trabajos de Yanez et al. (2001), en *Capital Federal*; Borromei & Quattrocchio (1990); Aramayo et al. (1992); Murray et al. (2002), en *Bahia Blanca*; Ferrer & Costa (2000, a y b); Fantini et al. (2001), Gandur et al. (2001), en *Mendoza*; Rojido et al. (2001), en *Paraná*; Crisci et al. (2001), en *Rosario* y Neffen (2001), en *Santa Fe*. El tiempo de muestreo en dichas investigaciones fue estacional por un año. El objetivo específico de estos casos fue el de determinar cuales eran aquellos tipos polínicos presentes en un tiempo dado en la atmósfera y que tuvieron incidencia en la salud humana

## **OBJETIVOS**

El *objetivo principal* de este trabajo fue el de tomar muestras horarias de las partículas suspendidas en la atmósfera de la ciudad de La Plata durante un período de tres años. Poner atención especialmente a los granos de polen y clasificar las diferencias morfológicas en tipos polínicos. Realizar así un estudio cuali-cuantitativo y analizar los factores meteorológicos que influyeron o modificaron su presencia, concentración y dispersión e inferir la dinámica de polinación de los taxones identificados.

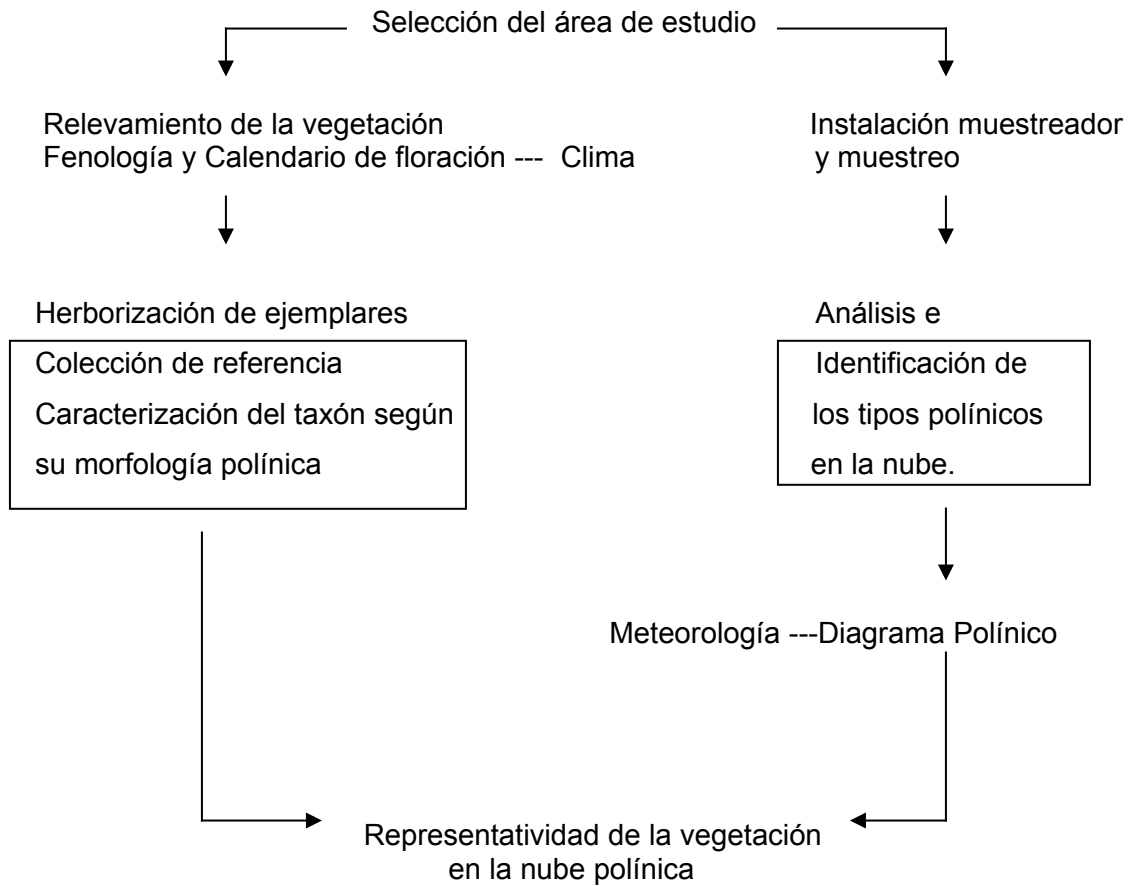
Los *objetivos específicos* planteados fueron, llegar a conocer la concentración polínica diaria, mensual, anual y estacional de los granos de polen en la atmósfera. Analizar el ritmo de presencia de los tipos polínicos más relevantes del registro destacando las épocas de inicio, máxima y finalización del ciclo en la atmósfera. Confeccionar espectros polínicos anuales de los principales

tipos polínicos y analizar a que taxones representan. Poner especial atención en aquellos tipos polínicos cuya concentración es elevada y establecer horas de máxima concentración. Interpretar los datos de concentración de granos de polen y establecer grado de incidencia de las variables meteorológicas.

## **HIPÓTESIS**

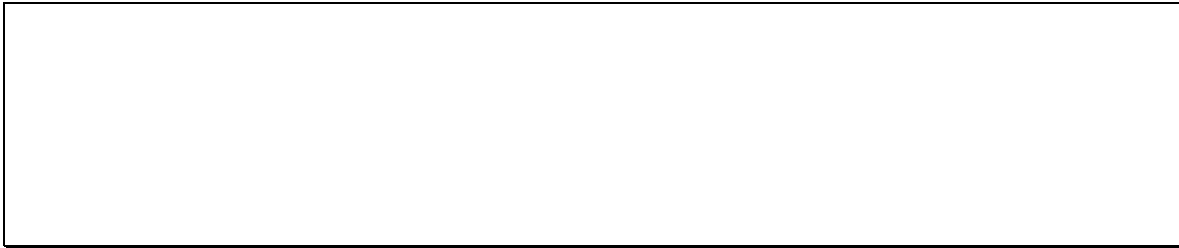
Se asume que, los tipos polínicos presentes en la atmósfera de la ciudad de La Plata han sido producidos por la vegetación principalmente anemófila que crece en la misma. La diversidad de los tipos polínicos será una consecuencia de la riqueza y distribución de taxones. La interacción de las variables meteorológicas modificará la presencia y distribución de los tipos polínicos en la nube.

## Secuencias metodológicas de un Estudio aeropalinológico



Mapa conceptual donde se visualizan las diversas instancias y procesos necesarios realizados en el estudio aeropalinológico.

# *MATERIAL Y MÉTODOS*



## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### Descripción de área.

La ciudad de La Plata capital de la Provincia de Buenos Aires ( $34^{\circ} 55' S$  y  $57^{\circ} 17' W$ ) (Mapa 1) se halla en la provincia fitogeográfica Pampeana, Distrito Oriental (Cabrera 1976). El casco urbano ocupa alrededor de  $16 \text{ km}^2$  (Mapa 2) y posee una población de 643.000 habitantes.

Según la clasificación de Thornthwaite (Burgos & Vidal, 1951) el clima de la región es de tipo subhúmedo-húmedo, mesotermal con escasa deficiencia de agua.

Datos estadísticos promedio de los últimos 12 años para la ciudad de La Plata indican que la temperatura media anual es de  $16.5^{\circ}C$ , las precipitaciones anuales promedio son de 1165 mm, la dirección del viento varía entre N y E en los diversos meses con una velocidad de 9.8 km/h y una humedad del 79.9%. Esta información fue proporcionada por el Departamento de Sismología e Información Meteorológica de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata.

### Trabajo de campo

Se realizaron recorridas periódicas en el área próxima al muestreador ( $10000 \text{ m}^2$ ) contribuyendo con datos importantes de la vegetación local como,

especies frecuentes, caracteres florales y su influencia en el modo de dispersión, fenología, períodos de floración y polinación, abundancia y distribución de los taxones. Se tuvieron en cuenta además factores externos que pudieron llegar a dificultar la dispersión y transporte de masas de aire.

El trabajo de campo incluyó también la recolección de material para la confección de un herbario de la vegetación local el cual fue incorporado al Herbario del Museo de La Plata. El mismo dio fundamento a la colección de referencia palinológica y posibilitó la determinación de los diferentes niveles taxonómicos.

#### Censos en la ciudad

Existen dos censos de vegetación arbórea realizados por la Municipalidad de la Ciudad de la Plata en los años 1982 y 1993 para el casco urbano. (Árboles de la ciudad de La Plata, 1982; 1996). En ellos se determinó y numeró el total de especies en calles y áreas verdes. Esta caracterización permitió tener una aproximación del número de especies como de la posible distribución de la vegetación arbórea, la cual fue importante ya que, además de dominar el espectro polínico la mayor parte del año, su presencia fue relativamente constante en el tiempo. En la ciudad no se han realizado relevamientos específicos de diversidad y frecuencias de especies en cada cuadra.

Se analizó frecuencia en base al criterio de Drissen & Derksen (1989), que considera frecuencia del género al número de cuadras en la que está presente, sin

considerar el número de ejemplares por cuadra. Se consideraron 100 cuadras a la redonda desde el sitio de muestreo.

Para ello se dividió a la frecuencia en siete categorías de la siguiente manera:

<i>Categoría</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Clasificación</i>
1	1	excepcionalmente raro
2	2-3	extremadamente raro
3	4-8	muy raro
4	9-21	raro
5	22-51	general
6	52-83	bastante general
7	84-120	muy general

#### *Análisis fenológico*

La obtención de datos fenológicos de las fuentes emisoras se realizó paralelamente al muestreo aeropalínológico. Estos permitieron tener una idea integral de la dinámica vegetacional del área. Las observaciones periódicas en épocas de floración fueron útiles al momento de interpretar los tipos polínicos en función de la vegetación.

Se realizó un seguimiento de la floración de las especies más abundantes y de polinización anemófila dentro del área seleccionada (100 cuadras) durante los tres años, ya que es de esperar que sus granos de polen una vez emitidos permanezcan durante un tiempo prolongado en la atmósfera. Las entomófilas no fueron consideradas ya que por el contrario, en estas últimas se espera solamente un polinizador biológico para llegar a destino. Se tuvieron en cuenta las épocas de inicio, plenitud y final de floración.

Al analizar desarrollo fenológico floral se consideró la clase 0: las flores cerradas; clase 1 a 5: primera mitad de la curva de floración; clase 6 a 9: fase de declinación y clase 10: anteras secas. El día de inicio cuando al menos una de las flores estaba abierta emitiendo polen, en plenitud cuando más del 70% se hallaba emitiendo polen y el final cuando las anteras estaban todas secas.

Se considerados “tempranos”, aquellos árboles cuya floración se produjo antes de la fecha correspondiente a una desviación estándar; los denominados “medios”, cuya floración estuvo dentro de la fecha correspondiente a la desviación estándar y los “tardíos” aquellos cuya floración fue posterior a la fecha correspondiente a la desviación estándar.

### *Palinoteca de referencia*

Se ha confeccionado una palinoteca de referencia en base a material recolectado en el área en estudio. Para la confección de preparados microscópicos se ha seguido la técnica de Wodehouse (1965) con la finalidad de efectuar comparaciones con el material capturado por el muestreador y las posteriores determinaciones. Este tipo de muestreo y montaje de los granos de polen mantienen su contenido celular y forma aunque el análisis de los caracteres particulares externos se torna dificultoso.

Cada una de las muestras estudiadas cuenta con el respaldo del ejemplar de Herbario perteneciente al Museo de La Plata numerado con su determinación.

### *Ilustración del Atlas*



Para el estudio con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) los granos de polen colectados con la finalidad de ilustrar el Atlas, fueron montados sin tratamiento químico previo sobre cinta doble faz adheridas a platinas metálicas. Estos fueron metalizados con oro y observados en el Microscopio Electrónico de barrido JEOL JSMT-100 del Servicio de Microscopía Electrónica de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Plata.

#### *Sitio de instalación del muestreador*

El sitio de muestreo se encontró emplazado en una terraza ubicada a unos 15 metros de altura cercana al centro geográfico de la ciudad (Calle 57 esquina 10, La Plata). El área está completamente urbanizada con edificios altos que alternan con construcciones bajas y abundante vegetación.

#### *Características del muestreador*

Para la captura de los granos de polen se utilizó un muestreador continuo, isocinético y volumétrico, Lanzoni (VPPS2000) de recambio semanal (Fotografías 1 y 2)

El mecanismo continuo permitió la captura de las partículas en forma ininterrumpida. Es isocinético porque posee una ranura de escasos mm<sup>2</sup> por donde aspira 10 litros de aire por minuto conjuntamente con partículas de un rango de 1 a 100  $\mu$ m, la cual se halla orientada de acuerdo a la dirección del viento por medio de una veleta.

La corriente de aire aspirada, impacta contra una cinta transparente con propiedades adhesivas, la cual se halla sujeta a un tambor que gira con un sistema de relojería a una velocidad constante durante un período de una semana.

La cinta se impregna con una solución de parafina, vaselina y tolueno. El mecanismo de rotación va exponiendo nuevas porciones de cinta frente al aire que ingresa y las partículas orgánicas o inorgánicas en suspensión, quedan retenidas.

La cinta se fragmenta en longitudes de 48 mm equivalentes a un día, las cuales se montan sobre portaobjetos, impregnados con una solución de glicerol coloreado con fucsina para su posterior observación con el microscopio óptico.

Las muestras diarias se hallan archivadas en la Cátedra de Palinología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo.

#### *Técnica de muestreo*

Las muestras palinológicas una vez montadas se identificaron y contaron. La determinación de los granos de polen se realizó a nivel de tipo morfológico, denominados estos según la familia, género o especie.

Se realizaron análisis diarios durante el período de tres años, en forma ininterrumpida, entre julio de 1998 y junio de 2001.

Se efectuaron determinaciones y recuentos polínicos con una magnificación de 200x a través de cinco lecturas perpendiculares al eje del preparado. Cada lectura tiene 0.9 mm de longitud; aproximadamente 27 minutos de muestreo volumétrico. Las lecturas correspondieron a las 02:00, 08:00, 10:00, 14:00 y 20:00.

El cálculo de granos de polen por unidad de tiempo y de volumen de aire se realizó según el método propuesto por O'Rourke (1990). La fórmula aplicada relaciona el número de granos contados en base al número de lecturas, la tasa de flujo y el número de minutos que abarca cada lectura. Las concentraciones

pueden estimarse en forma horaria, diaria y anual. La base de datos polínica fue expresada como concentración media de polen diario (granos de polen/m<sup>3</sup> de aire).

Los granos capturados en las muestras fueron clasificados en base al taxón que representan en AP (polen arbóreo-arbustivo) y NAP (polen herbáceo). Se analizó la riqueza polínica anual y mensual para cada año en la atmósfera, como así también se aplicó el Índice de Diversidad Polínica ( $H'$ ) de Shannon y Weaver (Odum 1984), que permitió visualizar y cuantificar la sensibilidad del espectro polínico.

#### Análisis de los registros polínicos

Se consideraron tipos polínicos con una representación *abundante* a aquellos que aportaron desde 100% hasta un 1% de la concentración total anual (sumatoria de medias diarias), *moderados* desde 1% hasta 0.1% y *escasos* por debajo de 0.1%. En este trabajo se priorizó el análisis de aquellos tipos polínicos con una representación abundante y moderada.

Se confeccionaron *Calendarios Polínicos* anuales durante los períodos 1998-2001, con aquellos taxones cuyos granos de polen mostraron una representación abundante respecto al total de granos contados en cada período. Cada período considerado comprendió entre el mes de julio hasta el mes de junio del siguiente año.

El período total de registro polínico en la atmósfera se consideró desde el primer día hasta el último día en que se registró al menos un grano de polen

(Cadman, 1990). Nilsson & Persson (1981) definieron el *período principal de polen (PPP)* o *período de máxima producción (MPP)*, considerando desde el momento que el registro alcanzó el 5% acumulado hasta el 95% en la atmósfera, respecto del total. Se analizaron ambos parámetros para los principales taxones, destacando fechas de inicios y fines de ambos registros (desfasajes o superposición), número de días presentes en el aire y abundancia de concentración aportada en cada caso.

El análisis diario de los granos de polen en el aire se basó en el *Índice de Distribución Intradiurna (IDI)* desarrollado por Trigo et al. (1997). El mismo se calcula de la siguiente manera:  $IDI = (M-m)/T$ . Donde M es el máximo valor de concentración obtenido a una hora determinada, m es el mínimo en otra hora y T es el total. Así, valores altos  $IDI > 0.2$  indican que las concentraciones máximas se registran en una hora determinada, IDI entre 0.2-0.1 indican que las concentraciones se distribuyen en una banda horaria sin observar picos pronunciados de polen e  $IDI < 0.1$ , indican que las curvas son muy aplastadas y los registros de concentración son similares en las horas analizadas. Este índice puede aplicarse a especies como a taxones independientemente de la escala temporal y espacial.

El análisis horario permite tener una estimación del comportamiento de las partículas en la atmósfera, destacar horas de máximas concentración e inferir horas de emisión como así también distancia de la fuente emisora.

### Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos fueron suministrados por la Facultad de Geofísica

y Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional de La Plata. Se obtuvo un registro horario de las siguientes variables meteorológicas: temperatura media máxima, media mínima y media, precipitaciones, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.

Dicha información fue analizada en distintas escalas: diaria, estacional e interanual con datos de concentración de polen de taxones específicos o por grupos taxonómicos. El objetivo fue interpretar el comportamiento, las interrelaciones y el grado de influencia de los factores meteorológicos sobre la dinámica polínica y ocurrencia en la atmósfera.

Se aplicó el Análisis de Correlación de Pearson entre los valores mensuales de polen arbóreo (AP) y herbáceo (NAP) y los parámetros meteorológicos mensuales de temperatura media mínima, media, media máxima, precipitaciones, humedad relativa y velocidad del viento para cada período anual. Se calculó  $r$  con diverso grado de significación (95% y 99%) y  $r^2$ .

#### Análisis polen-vegetación

El Índice Diario Intradiurno (IDI) fue aplicado a la interpretación de cuan lejos se halló la fuente emisora del sitio de muestreo. Si el valor del coeficiente registra valores superiores a 0.2 indicaría que las fuentes de emisión de polen se hallarían próximas al sitio de muestreo. En Si los valores del coeficiente se hallan entre 0.2 y 0.1 las fuentes de emisión se hallarían a distancias moderadas y valores inferiores a 0.1 indicaría que las fuentes se hallarían lejanas del sitio (Trigo et al. 1997)

Por otro lado Norris-Hill & Emberlin (1993) a través del mismo índice, pero analizando el aporte de concentración a las diversas horas, plantean la interpretación del comportamiento de los granos de polen desde el momento de descarga de la antera hasta el momento en que es colectado.

Se aplicó el *Índice de representatividad*. Este Índice expone la relación entre el porcentaje que representa cada taxón del total de vegetación analizada (V) respecto del porcentaje de polen (P) representado en la atmósfera (V/P). A partir del valor que da esta relación los taxones se clasifican en diversas categorías: “categorías subrepresentados” ( $V/P > 1.26$ ), o sea que la relación porcentaje de vegetación es mayor al porcentaje de polen obtenido; “categorías equirepresentados” ( $V/P$  1.26 y  $>0.77$ ) o sea que la relación entre ambos muestran una cierta relación proporcional y “categorías sobrerrepresentados” ( $V/P < 0.77$ ) o sea que la proporción de polen en la atmósfera es mayor al porcentaje de vegetación analizado.

# *RESULTADOS*

# **CAPÍTULO I**

## **CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA URBANA**

En la ciudad de La Plata el desarrollo urbano y las características de la infraestructura moderna han traído consigo la eliminación de especies de la vegetación local con improbables posibilidades de reposición.

Esta ciudad cuenta con un arbolado de valor en lo que se refiere a riqueza forestal urbana. La ciudad posee 19 plazas y 6 parques, avenidas con ramblas y jardines con riqueza arbórea, arbustiva y herbácea.

### *1.1. Análisis de la Vegetación arbórea y herbácea*

#### *1.1.1. Detalle de la Vegetación Arbórea*

Durante todo el período de muestreo, se relevaron 3160 ejemplares, 2303 en calles y ramblas y 857 en plazas y jardines.

Ellos representaron a 38 familias, 60 géneros y 74 especies, de las cuales 20 especies fueron nativas de Argentina, principalmente ornamentales y las restantes 54 especies introducidas. De estas últimas, el 86% fueron exóticas ornamentales, el 5% adventicias y el restante 9% naturalizada (Tabla 1.1).

El 58.9% de los taxones censados mostraron características anemófilas en su tipo de polinización representando a 43 especies. El 41.1% de las especies censadas restantes se correspondieron con especies de polinización entomófila.



Las plazas y jardines se hallaron ubicadas a la misma distancia del sitio de muestreo en posiciones de cuadratura y fueron importantes fuentes locales de emisión de polen.

Se destacó la presencia de 35 taxones en calles y ramblas. De ellos 15 fueron de polinización anemófila con 1926 ejemplares (42.8%) y los 20 taxones restantes representaron a entomófilos con 377 ejemplares (57.1%).

En plazas y parques se registraron 52 taxones. De ellos 34 fueron de polinización anemófilos con 393 ejemplares (65.4%). Los 18 taxones restantes representaron a entomófilos con 463 ejemplares (34.6%).

Al analizar *frecuencia relativa* no se tuvieron en cuenta las áreas parquizadas ya que las mismas no representan la estructura y dimensión de una cuadra (Tabla 1.2). Se observó en la categoría 6 a *Fraxinus* spp., en la categoría 5 a *Tilia moltkei* y a *Platanus acerifolia*. En la categoría 4 se ubicaron *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia* y *Melia azederach*; en la categoría 3, se ubicaron *Morus alba*, *Populus deltoides*, *Ulmus* spp., *Gleditsia triacanthos*, *Celtis australis*, *Ailanthus altissima*, *Ligustrum lucidum* y *Prunus seracifera*; en la categoría 2, *Aesculus hippocastanum* e *Hibiscus* sp. y en la categoría 1, *Citrus* sp., *Alnus* sp., *Cercis siliquastrum* y *Juglans* spp.

#### 1.1.2. Detalle de la vegetación herbácea

La vegetación herbácea urbana estuvo representada por diversas especies espontáneas distribuidas en los espacios verdes tapizando sectores, en escasos

baldíos o en jardines interiores y canteros urbanos que ornamentan principalmente jardines y plazas. La vegetación herbácea se halló influenciada principalmente por la acción antrópica continua de corte, renovación y plantación estacional.

La vegetación herbácea se halló representada con ejemplares de las familias Amaranthaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, Poaceae, Polygonaceae, Apiaceae y Urticaceae. Las épocas de floración de las distintas especies que conforman estas familias se sucedieron o cohabitaron aunque el período más abundante fue desde mediados de la primavera hasta finales del verano.

Se determinó la presencia de 36 especies, que representaron a 34 géneros y 18 familias. El 22.8% fueron nativas e integraron en general la familia Poaceae y el 77.1% fueron introducidas principalmente del Viejo Mundo (Tabla 1.3).

Solo 6 familias Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Cyperaceae, Plantaginaceae, Poaceae y Urticaceae fueron de características anemófilas, que determinaron un total de 12 especies (34.3%). Las 12 familias restantes fueron entomófilas con 67.6%.

## 1.2. Desarrollo fenológico floral

### *1.2.1. Análisis de los datos*

Considerando las especies arbóreas anemófilas del área seleccionada se observó que se registró escasa floración durante la primera mitad del año, no superando el 10% respecto del total analizadas. De ellas, el 5% se registró en el mes de marzo y el restante 5% en el mes de abril.

El 90% restante se distribuyó en la segunda mitad del año, con un máximo en el mes de septiembre (75%), octubre (20%), noviembre (3%) y diciembre (2%).

Un 68% fueron Dicotiledóneas, un 25% Gimnospermas y un 7% Monocotiledóneas. Los dos últimos grupos se hallaron restringidos a los espacios verdes.

Las Cupressaceae representadas por *Cupressus* spp., *Juniperus* spp. y *Thuja* spp. principalmente, fue el grupo que registró el inicio de fenofase de floración más temprana, desde mediados del mes de junio durante 99/00 y desde mediados del mes de julio en 98/99 y 00/01 continuándole el resto de la especies analizadas.

Los dos taxones más tardíos en iniciar el proceso de floración fueron *Casuarina cunninghamiana*, que empezó a registrarse a partir del mes de enero considerándola la dicotiledónea arbórea más tardía de finales del verano o de principio de otoño y *Cedrus* spp. que comenzó a registrarse durante mediados del otoño, siendo la gimnosperma más tardía.

Se consideraron los datos cuantitativos de la floración de 13 especies arbóreas que representaron 2150 ejemplares o el 68% del total de la vegetación registrada en los tres años.

A las especies de hábito arbóreo se las clasificó en tres categorías en base a la fecha que está dentro de una desviación estándar respecto de la media del día de floración para la especie. En la categoría Media quedaron incluidos todos los taxones en todos los períodos.

Se observó durante el mes de septiembre el máximo registro de floración

con el 77% representando a 9 especies.

Durante el principio de noviembre se registró presencia de especies arbóreas en flor, las cuales comenzaron a declinar en número hacia el mes de diciembre.

El número máximo de anemófilas en su fenofase máxima se registró en 98/99 durante la tercera semana de septiembre, en 99/00 en la segunda semana de septiembre y en 00/01 la tercera semana de septiembre (Fig. 1.4).

#### 1.2.2. Calendario floral

El período de floración o calendario floral se describió en la Fig.1.5. A continuación se destacan las semanas con las máximas floraciones:

Cupressaceae durante 98/99 y 99/00 la máxima floración se observó en la segunda semana de agosto y durante 00/01 en la cuarta semana de agosto.

*Ulmus pumila* durante 98/99 la máxima floración se observó en la tercera semana de agosto, durante 99/00 en la primera semana de agosto y en 00/01 en la tercera semana de agosto.

*Platanus acerifolia* durante 98/99 y 00/01 la máxima floración se observó en la tercera semana de septiembre, durante 99/00 en la primera semana de septiembre y en 00/01 en la tercera semana de septiembre.

*Fraxinus pennsylvanica* durante los tres períodos analizados registró la máxima floración en la tercera semana de septiembre.

*Populus deltoides* durante 98/99 la máxima floración se registró en la cuarta semana de agosto, durante 99/00 en la segunda semana de septiembre y durante

00/01 en la segunda semana de octubre.

*Pinus* spp. durante 98/99 y 00/01 la máxima floración se observó en la cuarta semana de agosto, en 99/00 en la tercera semana de agosto y en 00/01 en la cuarta semana de agosto

*Acer negundo* durante 98/99 la máxima floración se observó en la tercera semana de septiembre y durante 99/00 y 00/01 en la segunda semana de septiembre.

*Quercus robur* durante 98/99 la máxima floración se observó en la segunda semana de septiembre, durante 99/00 la tercera semana de septiembre y en 00/01 en la cuarta semana de septiembre.

*Morus alba* durante 98/99 la máxima floración se registró en la cuarta semana de septiembre, durante 99/00 en la segunda semana de septiembre y durante 00/01 en la segunda semana de octubre.

*Celtis australis* durante 98/99 y 99/00 la máxima floración se registró en la tercera semana de octubre y durante 00/01 en la cuarta semana de octubre.

*Casuarina cunninghamiana* durante 98/99 y 99/00 la máxima floración se registró en la tercera semana de febrero y durante 00/01 en la primera semana de abril.

*Cedrus deodara* durante los tres períodos analizados registró la máxima floración en la tercera semana abril.

### 1.2.3. Duración de la floración

La floración de la mayoría de las especies anemófilas es de duración

intermedia entre 4 a 6 semanas.

El período de floración más extenso fue el de las Cupressaceae que varió entre 60 y 90 días y el más corto fue el de *Pinus* spp. entre 11 y 18 días.

La mayor variabilidad interanual de inicio de floración de los individuos fue *Castanea sativa* que presentó en el período 98/99 una diferencia de 45 días posterior al inicio respecto de 99/00 y de 30 días posterior al inicio respecto de 00/01. A su vez, la duración de la floración durante el 98/99 fue la más corta con un registro de 20 días en relación a los 50 días registrado en los otros dos períodos.

Las especies *Populus deltoides*, *Acer negundo* y *Cedrus deodara* presentaron una variabilidad interanual no superior a una semana en cuanto al inicio de la floración y al final de la floración.

La etapa desde el inicio medio de la floración hasta el máximo o sea su fase ascendente como entre el máximo y el final de la floración o fase descendente fue particular para cada una de las especies. Aquellas que presentaron en promedio, próximas su etapa de inicio y máxima floración o sea que su fase de ascenso fue relativamente breve, fueron; *Ulmus* spp., *Pinus* spp., *Cedrus* spp. y *Casuarina cunninghamiana*.

Aquellas que presentaron en promedio, alejadas su etapa de inicio y máxima floración o sea que su fase de ascenso fue relativamente prolongada, fueron; Cupressaceae, *Platanus acerifolia*, *Fraxinus* spp., *Morus alba*, *Acer negundo*, *Celtis australis* y *Quercus robur*.

#### 1.2.4. Análisis floral y las variables climáticas y meteorológicas.

En general y con condiciones ambientales óptimas, principalmente de temperatura, la primera etapa de fenofase de floración de las especies anemófilas fue prolongada (de junio a inicio de agosto), observando un desarrollo abrupto en un corto lapso del resto de las flores hasta obtener la plenitud (septiembre-mediados de octubre). Las etapas de la fenofase final mostraron ser relativamente lentas (noviembre-diciembre) obteniendo un patrón sigmoideo de desarrollo de la floración del conjunto analizado.

Se calculó los grados día (GDD) desde el 1° de enero hasta junio para aquellas especies arbóreas de floración temprana. Estos datos podrían relacionarse con el inicio de la apertura floral, ya que dichas especies necesitaron de cierto cúmulo de grados de temperaturas altas principalmente en su última etapa para iniciar su actividad reproductiva. Durante 1998 el valor alcanzó a 3083°D, en 1999 a 3070°D y en 2000 a 3391°D. La diferencia a favor de este último año (aproximadamente 314°C) fue destacable con respecto a los períodos anteriores.

Se calculó la suma de temperaturas medias del mes previo inmediato a la floración masiva, en este caso agosto y se destacó que durante 98/99 la suma llegó a 347°D, en cambio para 99/00 las temperaturas fueron más elevadas con 381°D y durante 00/01 la suma alcanzó los 340°D.

Los valores más elevados de temperatura media durante 99/00 (Fig. 1.6) se reflejaron en el inicio anticipado no mayor de dos semanas para Cupressaceae, *Ulmus* spp., *Platanus acerifolia* y *Fraxinus* spp. principalmente que fueron los

primeros taxones arbóreos importantes.

*Pinus* spp., *Quercus robur*, *Morus alba* y *Acer negundo* también registraron el inicio de floración previo en el período 99/00 pero la diferencia con los otros años no superó a la semana. *Acer negundo* fue la menos significativa ya que la diferencia de inicio de floración interanual no alcanzó los 6 días.

*Celtis australis* y *Castanea sativa* registran un inicio de floración hacia fines de septiembre, principio de octubre, pero durante 99/00 iniciaron su floración entre la primera y segunda semana de septiembre.

Cada especie presentó un requerimiento particular de cúmulo de grados día. Las especies anemófilas se relacionaron con las bajas temperaturas de Invierno y principio de Primavera mientras que las aquellas de floración entomófila como *Tilia moltkei*, *Jacaranda mimosifolia* y *Robinia pseudoacacia* estarían influenciadas por las altas temperaturas de fines de primavera y verano.

En el período 98/99 se observó que las precipitaciones fueron muy escasas, no superando los 10 mm mensuales, en el mes de agosto, es decir previo a la floración masiva de arbóreas. En cambio, en los dos últimos períodos, las precipitaciones para el mismo mes fueron de 80 mm para 99/00 y 90 mm para 00/01. (Fig. 1.7).

Para analizar específicamente las condiciones climáticas previas al inicio de la floración, se compararon la suma de temperaturas medias diarias y la suma de precipitaciones desde el 1° de enero hasta la fecha de inicio de cada especie para los tres años.

Los máximos valores de temperatura previa fueron registrados en el



período 99/00 y las mínimas en el período 00/01. El registro de máximas precipitaciones previas fue en el período 00/01 y el inferior en el período 98/99. (Fig. 1.6).

Se observó que la mayoría de las especies analizadas (menos *Populus deltoides* y *Casuarina cunninghamiana*) comenzaron sus floraciones antes en el período 99/00 respecto de los otros dos.

Para *Ulmus pumila*, *Fraxinus pennsylvanica* y *Quercus robur* las temperaturas previas de los años 98/99 y 00/01 fueron disímiles y más altas en el último período, pero el inicio de floración fue coincidente en todos los años.

Tabla 1.1. Relevamiento de vegetación arbórea realizado en el área céntrica de la ciudad de La Plata.  
nativa (N), ornamental (o), introducida (i), adventicia (a), cultivada (c), naturalizada (n), forestal (f)

FAMILIA	ESPECIE	Nombre vulgar	total	nativa	introducida	anemófila
Aceraceae	<i>Acer negundo</i>	arce	98		c-i	*
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i>	pino paraná	7	o-f		*
	<i>A. araucana</i>	pehuén	1	o-f		*
	<i>A. bidwillii</i>	pino bunya	2		i-o-f	*
Arecaceae	<i>Arecastrum romanzoffiana</i>	pindó	5	o		*
	<i>Livistona chinensis</i>	latania chinensis	2		c-o	*
	<i>Phoenix canariensis</i>	palmera fénix	15		c-o	*
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	aliso	1	o-f		*
	<i>Betula pendula</i>	abedul	2		i-o-f	*
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	jacarandá	75	o-f		
Bombacaceae	<i>Chorisia insignis</i>	palo borracho	3	o-c		
Casuarinaceae	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	casuarina	1		c-o-f	*
Cupressaceae	<i>Cupressus arizonica</i> var. <i>glauca</i>	ciprés arizónica	2		c-o-f	*
	<i>C. macrocarpa</i>	ciprés lambertiana	3		c-o-f	*
	<i>C. sempervirens</i>	ciprés	28		c-o-f	*
	<i>Juniperus sabina</i>	enebro	1		c-o	*
	<i>J. virginiana</i>	enebro	24		c-o-f	*
	<i>J. virginiana</i> var. <i>glauca</i>	enebro	1		c-o-f	*
	<i>J. virginiana</i> var. <i>postrata</i>	enebro	16		c-o	*
	<i>Thuja orientalis</i>	tuya	56		c-o	*
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	ricino	2		a	*
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> subsp. <i>pruinosa</i>	pezuña de vaca	5	o		
	<i>Cercis siliquastrum</i>	árbol de Judea	7		i-o-c	
	<i>Erythrina crista galli</i>	seibo	13	o-c		
	<i>E. falcata</i>	seibo de Jujuy	1	o-c		
	<i>Gleditsia triacanthos</i>	acacia negra	12	c	i-c	
	<i>Robinia pseudo acacia</i> var. <i>umbraculifera</i>	acacia bola	22		i-o-c	
	<i>Styphnolobium japonicum</i>	sófora	20		c-o	
	<i>Tipuana tipu</i>	tipa blanca	56	o-c		
Fagaceae	<i>Quercus robur</i>	roble europeo	9		c-o-f	*
Hamamelidaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i>	liquidambar	7		c-o-f	*
Hippocastanaceae	<i>Aesculus hippocastanum</i>	castaño de las Indias	45		c-o	
Juglandaceae	<i>Juglans australis</i>	nogal criollo	1	o-f		*
	<i>J. nigra</i>	nogal americano	6		o-f	*
Lauraceae	<i>Cinnamomum glanduliferum</i>	falso alcanforero	1		c-o	
	<i>Persea americana</i>	palta	1		a	
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	crespón	6		c-o	
Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i>	magnolia	36		c-o	
	<i>M. liliflora</i>	magnolia	2		c-o	
Malvaceae	<i>Hibiscus mutabilis</i>	rosa de Jericó	1	N	i-o-c	
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	paraíso	2		n-c-o-f	
Moraceae	<i>Morus alba</i>	morera	26		c-o	*
	<i>Ficus luschnathiana</i>	higuerón	3	N-o		
Myrtaceae	<i>Feijoa sellowiana</i>	falso guayabo	2	N-o		*
Oleaceae	<i>F. excelsior</i> var. <i>aurea</i>	fresno dorado	5		c-o	*
	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	fresno americano	1020		c-o	*
	<i>Ligustrum lucidum</i>	ligustro	8		n-o	

Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	ombú	1	o-c		
Pinaceae	<i>Abies alba</i>	abeto blanco	1		c-o	*
	<i>Calocedrus decurrens</i>	calocedro	2		c-o	*
	<i>Cedrus atlantica</i>	cedro del Atlas	13		c-o	*
	<i>C. atlantica</i> var. <i>glauca</i>	cedro azul	3		c-o	*
	<i>C. deodara</i>	cedro	43		c-o	*
	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	cedro de Puerto Orford	2		c-o	*
	<i>Pinus canariensis</i>	pino de las Canarias	1		c-o-f	*
	<i>P. nigra</i>	pino negro	2		c-o-f	*
	<i>P. pinea</i>	pino piñonero	6		c-o-f	*
	<i>P. radiata</i>	pino insigne	7		c-o-f	*
Platanaceae	<i>Platanus acerifolia</i>	platano	736		c-o	*
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	roble sedoso	1		c-o-f	
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i>	palito dulce	22		c-o	
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	níspero japonés	1		c-o	
	<i>Prunus cerasifera</i> var. <i>atropurpurea</i>	ciruelo rojo	19		c-o	
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i>	naranja amargo	34		c-o	
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i>	álamo	20		c-o-f	*
	<i>Salix humboldtiana</i>	sauce criollo	8	N-o		*
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i>	árbol del cielo	13		i-o	
Sterculiaceae	<i>Brachychiton populneum</i>	brachichito	2		c-o	
	<i>Sterculia platanifolia</i>	parasol de la China	3		c-o	
Taxaceae	<i>Taxus baccata</i>	tejo	46		c-o	*
Taxodiaceae	<i>Cryptomeria japonica</i>	cryptomeria	3		c-o-f	*
	<i>Taxodium distichum</i>	ciprés calvo	1		c-o-f	*
Tiliaceae	<i>Tilia moltkei</i>	tilo	420		c-o-f	
Ulmaceae	<i>Celtis australis</i>	alméz	54		c-o-f	*
	<i>Ulmus procera</i>	olmo europeo	1		c-o-f	*
	<i>U. pumila</i>	olmo siberiano	33		c-o-f	*

Tabla 1.2. Análisis de frecuencia relativa de los principales taxa arbóreos.

<b>Categoría</b>	<b>Género</b>
7	sin representantes
6	<i>Fraxinus</i>
5	<i>Tilia, Platanus</i>
4	<i>Acer, Robinia, Melia</i>
3	<i>Morus, Populus, Ulmus, Gleditsia, Celtis, Ailanthus, Ligustrum, Prunus</i>
2	<i>Aesculus, Hibiscus</i>
1	<i>Citrus, Alnus, Cercis, Juglans</i>

Tabla 1.3. Presencia de taxa herbaceos en el área analizada.

A (anemófila), I (Invasora), O (Ornamental)

FAMILIA	ESPECIE	nativa	introducida	A	I	O
Amaranthaceae	<i>Amaranthus quitensis</i>	*		*		
Apiaceae	<i>Conium maculatum</i>		*adventicia en América			
Asteraceae	<i>Aster squamatus</i>	* América del Sur	* naturalizada  *adventicia en América *adventicia en América  *adventicia en América *advent.en el mundo	*	*	*
	<i>Ambrosia tenuifolia</i>	* América del Sur				
	<i>Artemisia verlotiorum</i>					
	<i>Cichorium intybus</i>	* América cálida				
	<i>Galinsoga parviflora</i>					
	<i>Matricaria recutita</i>					
	<i>Pichris echioides</i>	*				
	<i>Senecio bonariensis</i>					
	<i>Taraxacum officinale</i>					
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i>		*subespontánea Amér.			
	<i>Echium plantagineum</i>		*adventicia en América			
Brassicaceae	<i>Brassica nigra</i>		*adventicia en América			
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>		*adventicia en mundo			
	<i>Rapistrum rugosum</i>		*adventicia en América			
Convolvulaceae	<i>Ipomoea bonariensis</i>	*				
Cyperaceae	<i>Cyperus reflexus</i>	*América cálida		*		
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	*		*		
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i>		*adventicia en América			
	<i>Trifolium repens</i>	* América austral				
Fumariaceae	<i>Fumaria capreolata</i>		*adventicia en América			
Geraniaceae	<i>Geranium molle</i>		*adventicia en América			
Oxalidaceae	<i>Oxalis articulata</i>	* N.E. Argentina		*		
Plantaginaceae	<i>Plantago tomentosa</i>	* América austral		*		
Poaceae	<i>Brumus unioloides</i>	*	*adventicia en Bs. As. *adventicia en América	*		
	<i>Lolium multiflorum</i>			*		
	<i>Poa annua</i>	*		*		
	<i>Paspalum dilatatum</i>	*		*		
	<i>Stipa hyalina</i>	*		*		
Polygonaceae	<i>Rumex. sp.</i>		* cosmopolita	*		
Scrophulariaceae	<i>Veronica polita</i>		*adventicia en América			
Solanaceae	<i>Solanum laxum</i>	*				
Urticaceae	<i>Parietaria officinalis</i>		*	*		
	<i>Urtica urens</i>		*adventicia en mundo	*		

clase 0 = flores cerradas  
clases de 1 a 5 = primera mitad de la curva de floración  
clases de 6 a 9 = fase de declinación  
clase 10 = anteras secas



Fig. 1.5: Período de floración de las principales especies anemófilas arbóreas registradas en el área seleccionado. Línea continua: 1998, línea punteada: 1999; línea a rayas: 2000.

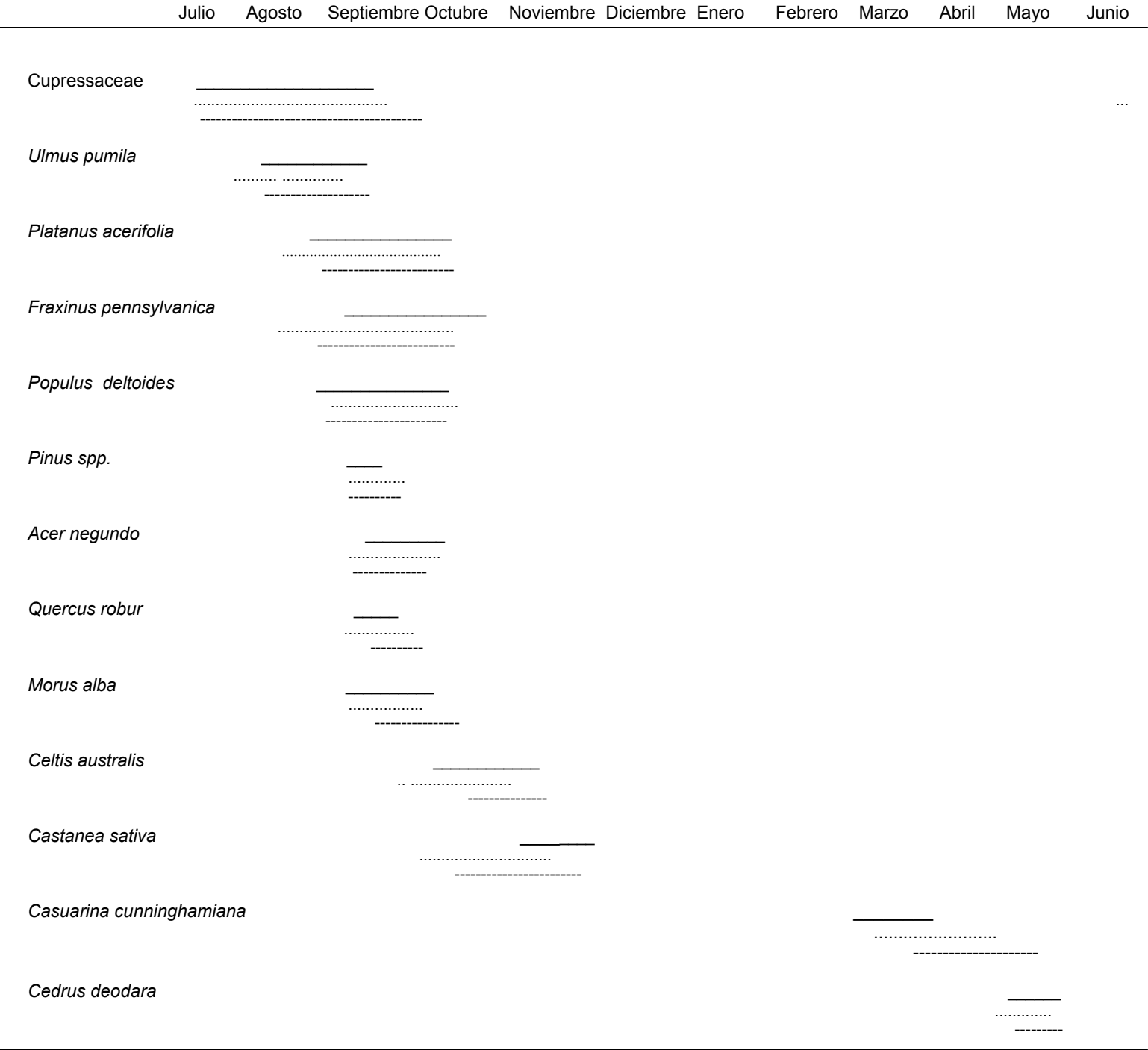


Fig. 1.6. Temperaturas medias mensuales. Se consideraron los años 1998, 1999 y 2000.

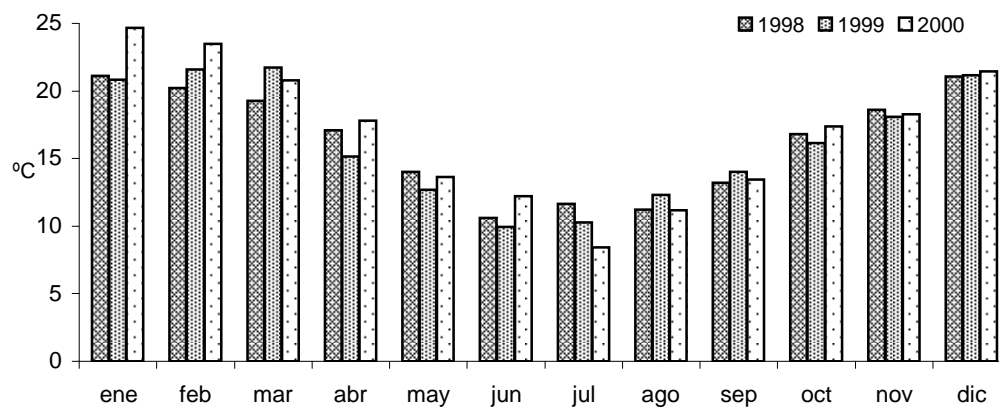
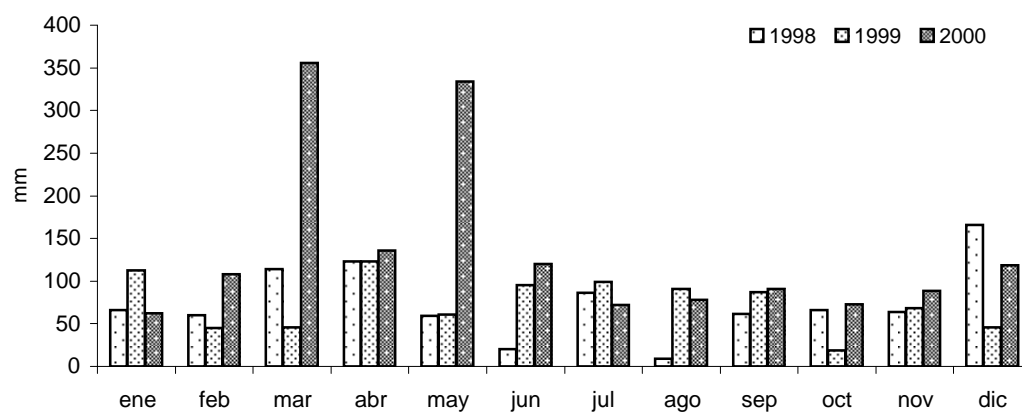




Fig. 1.7. Distribución mensual de precipitaciones. Se consideraron los años 1998, 1999 y 2000.



## **CAPÍTULO II**

### **CARACTERIZACION PALINOLOGICA DE LA ATMOSFERA**

El análisis diario del polen, permitió interpretar el ritmo de emisión de cada taxón, su presencia y concentración a intervalos horarios en la atmósfera.

#### 2.1. Presencia y concentración

En el lapso de muestreo se registraron en la atmósfera un total de 74 tipos polínicos (Tabla 2.1). De estos, 47 tipos se determinaron como pertenecientes a taxones arbóreos y arbustivos y 32 tipos se determinaron como pertenecientes a taxones herbáceos.

De los 79 tipos polínicos totales, hubo quienes estuvieron presente los tres años, quienes sólo en dos y otros en un solo período anual (Tabla 2.1).

En los tres años, se registraron 39 tipos polínicos y representaron a 28 taxones arbóreos y arbustivos y a 15 taxones herbáceos. Durante dos años alternos o consecutivos se registraron 12 tipos polínicos que representaron a 7 taxones arbóreos y arbustivos y a 5 herbáceos. Aquellos tipos polínicos que estuvieron presentes sólo en un año, fueron 23 y representaron a 12 taxones arbóreos y arbustivos y 12 a taxones herbáceos.

Del número total de tipos polínicos, el 79.7% correspondió a aquellos con características anemófilas o parcialmente anemófilas y el 20.2% a entomófilos.

La tendencia de la representación polínica en el aire estuvo dada por un número mayor de tipos polínicos que representaron a taxones con características anemófilas por sobre aquellos de características entomófilas. Al considerar un menor número de años de análisis (un período o dos), el número de tipos polínicos que representaron a taxones entomófilos fue más representativo (Tabla 2.1).

El registro total de polen anual en la atmósfera fue muy abundante en cada período de muestreo. Durante julio 98/junio 99 alcanzó los 181144 granos de polen, durante el período julio 99/junio 00 alcanzó los 142500 granos de polen y durante el período julio 00/junio 01 alcanzó los 106060 granos de polen.

Estos datos mostraron una disminución significativa de concentración del primero al último período. Esta diferencia entre los períodos 98/99 y 99/00 fue de 38408.3 granos y representó un 21.4% menos en el segundo período respecto al primero.

Entre el período 99/00 y 00/01 se registró una disminución de 35697.2 granos y representó el 25.3% menos, en el tercer período respecto del segundo.

Entre el período 98/99 y 00/01 se registró una disminución de 74087.5 granos de polen representando un 58.7% menos en el tercer período respecto del primero.

Se reconocieron un total de 74, 78 y 60 tipos polínicos por período respectivamente. Se determinó el 90%, el 10% restante representó a tipos polínicos cuyos taxones no pudieron ser identificados. Estos fueron considerados como “indeterminados”. En esta categoría entraron aquellos tipos que a pesar de encontrarse en buenas condiciones (morfológicas) no pudieron utilizarse para la

determinación de taxones, como así también aquellos que presentaban un grado de deterioro que hacían imposible esta tarea.

En el *período* 98/99 (Tabla 2.2) de los 74 tipos polínicos registrados, 12 fueron considerados con una representación abundante (de 100% hasta 1%) y cuyo aporte a la concentración total significó el 94.4%. Dentro de este grupo, el 71.3% correspondieron a tipos polínicos arbóreos-arbustivos y el 23.1% correspondieron a tipos polínicos herbáceos.

Un segundo grupo considerado con una representación moderada (entre 0.9 y 0.01%) estuvo representado por 17 tipos polínicos cuyo aporte a la concentración total significó 4.8%. Dentro de este grupo, el 52.9% correspondieron a tipos polínicos arbóreos-arbustivos y el 47.1% a tipos polínicos herbáceos.

El tercer grupo con una representación escasa, menor a 0.01% correspondió a 32 tipos polínicos cuyo aporte a la concentración total representó el 0.8%.

Respecto del polen arbóreo, *Platanus*, *Fraxinus* y Cupressaceae fueron los principales tipos polínicos y aportaron 114333 granos representando 63.1%. Respecto del polen herbáceo, Poaceae con 25859.3 granos representó el 14.3%.

En el *período* 99/00 (Tabla 2.2) de los 78 tipos polínicos registrados, 12 fueron considerados con una representación abundante, registrando un aporte del 94.5% respecto del total de polen. De ellos el 77.1% correspondieron a tipos polínicos arbóreos y el restante 17.4% correspondieron a tipos polínicos herbáceos.

El grupo con una representación moderada en la atmósfera estuvo

integrado por 16 tipos polínicos que representaron 4.6% respecto del polen total. De ellos el 56.2% correspondieron a tipos polínicos arbóreos y el 43.7% correspondieron a tipos polínicos herbáceos.

El grupo con representación escasa estuvo integrado por 33 tipos polínicos aportando 0.9% respecto del polen total.

Los tipos polínicos *Platanus*, *Fraxinus* y Cupressaceae representaron el 68.2% respecto del polen arbóreo y Poaceae, representó el 10 % respecto del polen herbáceo.

En el período 00/01 (Tabla 2.2) de los 60 tipos polínicos registrados en la atmósfera, 11 fueron considerados abundantes y representaron el 93.3%, del total de polen emitido, de los cuales el 69.8% correspondieron a tipos polínicos arbóreos y el restante 22.4% correspondieron a tipos polínicos herbáceos.

El grupo considerado con representación moderada, estuvo integrado por 18 tipos polínicos y aportó 6.0% respecto de la concentración total. De ellos el 57.9% correspondieron a tipos polínicos arbóreos y el 42.1% a correspondieron a tipos polínicos herbáceos.

El grupo con representación escasa estuvo caracterizado por 24 tipos polínicos aportando 0.7% al total de polen.

Los tipos polínicos *Platanus*, *Fraxinus* y Cupressaceae representaron el 64% respecto del polen arbóreo y Poaceae representó el 14.5% respecto del polen herbáceo.

## 2.2. Representación de AP y NAP

### 2.2.1. Análisis del período de polinación de los taxones arbóreos (AP)

Analizando la representación porcentual del valor de concentración del polen arbóreo durante 98/99, este significó un 74.1%, durante 99/00 el valor fue de 79.9% y durante 00/01 la representación fue de 73.7%. Se observó que la diferencia porcentual entre los períodos fue poco significativa, pero los valores de concentración que ellos representaron si lo fueron.

Representantes del *grupo AP* caracterizaron la atmósfera desde mediados del invierno (julio) hasta mediados de la primavera (diciembre) con 124081.8 granos, 105505.5 granos y 72608.8 granos para cada período respectivamente (Fig. 2.3).

Estos aportes de polen fueron dados principalmente por aquellos representantes de los grupos con concentración abundante (100% a 1%) y moderada (0.9% a 0.01%), destacando una mayor concentración en 98/99 respecto de la concentración de los dos años siguientes. Durante 99/00, la diferencia fue de 15% menos respecto de 98/99 y durante 00/01 la diferencia fue de 31% menos con respecto a 99/00.

Se observó que durante el período 99/00 respecto del 98/99 los tipos polínicos que registraron menor presencia de polen en la atmósfera fueron, *Quercus*. (67.2%), *Populus* (53%), *Cupressaceae* (27%), *Acer*. (26.7%), *Fraxinus* (16.5%), *Morus* (12.6%), *Platanus* (8.8%), *Celtis* (8.3%) y *Casuarina* (7.3%).

Hubo un caso particular que debe destacarse, *Castanea* durante 99/00 registró una concentración mayor respecto de 98/99 que equivalió al 5.3% más.

Las mayores diferencias en los valores de concentración de los tipos polínicos arbóreos se visualizaron entre el período 99/00 y 00/01. *Acer* fue el más representativo de ellos con una disminución del 70.2%. Otros tipos polínicos que registraron una disminución de concentración en el mismo período fueron *Platanus* (46.6%), *Casuarina* (33.4%), *Castanea* (31.5%), *Celtis* (29.7%), *Populus* (26%), *Morus* (25.1%) y *Fraxinus* (19.9%).

En el intervalo 99/00–00/01 se observaron dos casos particulares con mayores registros en el segundo período respecto del primero. Cupressaceae fue uno de ellos con 2.5% y el otro ejemplo correspondió a *Quercus* con el 55.1%.

Salvo estos casos particulares mencionados los valores de concentración durante 1998/99 fueron los máximos registrados entre los tres períodos para los taxones arbóreos.

Al considerar el porcentaje acumulado de granos de polen emitidos a la atmósfera por la comunidad arbórea-arbustiva esta mostró una curva sigmoidea con una pendiente bien definida en los tres períodos. El aporte comenzó muy lento en el mes de julio con 0.3%, alcanzando valores promedio del 20% en el mes de agosto. En el mes de septiembre la curva registró la máxima pendiente, con un aporte entre un 77% y 87% de polen. En el mes de octubre el aporte se incrementó entre un 10% y un 15% respecto de septiembre registrando entre 93% y 94%. A partir del mes de noviembre el aporte de concentración mensual fue entre 0.2% y 0.5% hasta el mes de junio con la finalización de cada período (Fig. 2.4).

En el lapso comprendido entre mediados de octubre y principios de noviembre, se observaron cambios en los registros de polen en la atmósfera. Así, comenzaron a declinar las concentraciones de tipos polínicos que representaban a taxones de hábito arbóreo como consecuencia de su período de fin de floración. Por otro lado comenzaron los registros de nuevos tipos polínicos correspondientes a taxones principalmente herbáceos con su ciclo de polinación. Esta etapa se caracterizó por una sucesión de dominancias de tipos polínicos con diferente presencia en el área.

Al final del período de dominancia de taxones arbóreos en el mes de octubre, se registró un aporte de polen de taxones herbáceos representado principalmente por Urticaceae y en menor proporción por Cyperaceae.

#### *2.2.2. Análisis del período de polinización de taxones herbáceo (NAP)*

Representantes del grupo herbáceo (NAP) caracterizaron la atmósfera desde mediado de la primavera (noviembre) hasta final del verano (marzo) con valores para 98/99 de 35449.7 granos, para 99/00 de 20364.8 granos y para 00/01 de 20993.8 granos respecto de los totales anuales (Fig. 2.5).

En 98/99 el registro total de polen fue de 46534.9 granos, en 99/00 de 28393.8 granos y en 00/01 de 28145.9 granos.

De estos datos de emisión de polen surgió que durante 98/99 se observó el mayor valor respecto de 99/00 y 00/01.

La diferencia de concentración del 98/99 respecto del 99/00 fue de 38.9% menos en el segundo período. En cambio la diferencia de concentración del 99/00



respecto del 00/01 fue de 0.8% menos en el tercer período.

El porcentaje que representó el total de concentración de polen herbáceo fue en 98/99 de 25.9%, en 99/00 de 20.1% y en 00/01 de 26.7%.

Los tipos polínicos que presentaron un menor registro en el período 1999/00 respecto del 98/99 fueron *Plantago* (59.2%), Cyperaceae (54.8%), Poaceae (44.8%), *Ambrosia* (29.2%), *Artemisia* (29%), Urticaceae (18.9%), *Echium* (18%), Apiaceae (13.2%), Asteraceae (2.7%) y Cheno-Amaranthaceae (1.6%).

En el período 00/01 se registró un grupo de tipos polínicos que disminuyeron su aporte respecto de 1999/00. Los principales fueron Cheno-Amaranthaceae (52%), Asteraceae (46.5%), *Ambrosia* (37%), *Echium* (11.8%) y Urticaceae (4.8%).

Se observó también para este período (00/01), que otro grupo de tipos polínicos registró valores de concentración más elevados respecto de 99/00. Ellos fueron *Artemisia* (27.5%), Cyperaceae (16.2%), *Plantago* (13.4%), Apiaceae (11.5%) y Poaceae (6.9%).

Del análisis de los tipos polínicos herbáceos se destacó que el período 98/99 presentaron los valores máximos de concentración para todos los casos analizados.

Al considerar el porcentaje acumulado de granos de polen de los tipos polínicos que correspondieron a taxones herbáceos en los tres períodos, se observó una curva sigmoidea con una pendiente no tan pronunciada si se la

compara con aquella obtenida para los tipos polínicos que correspondieron a taxones arbóreos. Así se destacó que el aporte comenzó siendo escaso en los meses de julio y agosto no superando el 2%. En el mes de septiembre el aporte fue de entre 4% y 10%. El mes de octubre registró un aporte superior al 20%. La mayor pendiente de la curva se correspondió con los meses de noviembre y diciembre llegando a un 50% para el primer mes y a un 70% acumulado para el segundo. Entre los meses de enero y febrero se registraron aportes que no superaron el 15%. En el mes de marzo los valores alcanzaron el 97%. A partir del mes de abril hasta junio la curva se hizo muy plana dado que el aporte mensual no superó el 1% en cada caso (Fig. 2.6).

Durante los meses de dominancia del polen herbáceo (noviembre-marzo), el AP registró aportes de concentración en el mes de noviembre principalmente de *Celtis*, en el mes de diciembre el aporte estuvo dado por las Myrtaceae y en el mes de marzo por el aporte de *Casuarina*.

### 2.2.3. Análisis del período sin predominancia polínica

Este período se caracterizó por estar integrado principalmente por tipos polínicos cuyos taxones se hallaban en su etapa de inicio o en su finalización del período de emisión y se registró de abril a junio con valores de 1376.4 granos, 947.2 granos y 751 granos respectivamente en cada período. El único taxón que presentó su máxima emisión de polen en estos meses del año fue *Casuarina cunninghamiana*. y en el período 00/01. Aspectos parciales para el período 1998-99 fueron analizados en Nitiu y Romero, (2001) (Publicación 1).

### 2.3. Distribución mensual del registro de polen.

El aporte polínico total acumulado en la atmósfera en cada período mostró una curva sigmoidea con un incremento de polen superior al 50% desde el mes de agosto a septiembre. Esta observación fue muy similar a la correspondiente a la curva de polen acumulado de AP y ello se debió principalmente a que este último es quien predominó la mayor parte del año (Fig. 2.7).

Analizando los valores de concentración mensual para cada período se destacó que el año 98/99 registró una leve diferencia a favor en casi todos los meses respecto de los otros períodos posteriores.

La máxima concentración de polen se registró en el mes de septiembre en los tres períodos, con una representación porcentual de 44.6% en 98/99, 53.5% en 99/00 y 44.8% en 00/01 respecto del total anual. Si bien estos valores no registraron gran disparidad, representaron valores polínicos a destacar, en 98/99 fue de 80830.2 gr/m<sup>3</sup>, en 99/00 de, 76275.5 gr/m<sup>3</sup> y la mayor diferencia se registró en el 00/01 con 47567.2 gr/m<sup>3</sup> de polen. (Fig. 2.8 y 2.9).

En septiembre del primer y segundo período se advirtió el mayor número de taxones que registraron su máxima emisión en ese mes con 7 y 10 taxones respectivamente. En el tercer período esta observación se destacó en el mes de octubre con 7 taxones (Tabla 2.10).

En contraste, el mes cuya concentración fue menor fue junio en los tres períodos. El porcentaje fue de 0.3% en 98/99, 0.2% en 99/00 y 0.1% en 00/01. Estos porcentajes representaron 514.3 gr/m<sup>3</sup>, 225.7 gr/m<sup>3</sup> y 107.3 gr/m<sup>3</sup>

respectivamente en cada período. Fue importante la disminución que se observó en los valores de concentración interanual. En este mes no se registraron máximos aportes de ningún tipo polínico (Tabla 2.10).

Las representaciones porcentuales promedio para los otros meses fueron las siguientes; octubre 14.4%, agosto 12.2%, noviembre 7.5%, diciembre 6.4%, marzo 3.2%, febrero 2.2%, enero 2.1%, julio 1.6%, abril 1.3% y mayo 0.3%. Los valores de concentración que representaron se expresaron en la Fig. 2.9.

#### 2.4. Riqueza

El análisis de *riqueza* mensual de tipos polínicos representados en el aire, destacó en el período 98/99 los siguientes datos (Tabla 2.10 y Fig. 2.11): julio con el mínimo de 8, agosto 18, septiembre 22, octubre con el máximo número 25, noviembre 24, diciembre 21, enero, febrero y marzo 19 taxones respectivamente, abril con 17, mayo 15 y junio 10 taxones.

En el período 99/00 se destacó: julio con 15 tipos polínicos, agosto 16, septiembre 21, octubre con el máximo número 22, noviembre 20, diciembre 15, enero 14, febrero y marzo 17 taxones respectivamente, abril con 15, mayo 12 y junio con el mínimo de 11 tipos polínicos.

En el período 00/01 se destacó: julio con 12 tipos polínicos, agosto 15, septiembre y octubre con el máximo número 23 respectivamente, noviembre 21, diciembre 20, enero 19, febrero 18, marzo 15, abril 13, mayo 12 y junio con el mínimo de 7 tipos polínicos.

## 2.5. Diversidad

El análisis del *Índice de Diversidad* mostró los máximos registros durante la primavera y los mínimos durante el invierno para los tres períodos (Tabla 2.10 y Fig. 2.12). Durante el período 98/99, julio se destacó con el mínimo índice de 0.11, agosto 0.24, septiembre 0.30, octubre con el máximo de 0.34, noviembre 0.32, diciembre 0.28, enero, febrero y marzo 0.26, abril 0.23, mayo 0.20 y junio 0.14.

El período 99/00 se caracterizó con julio 0.19, agosto 0.21, septiembre 0.27, octubre con el máximo de 0.28, noviembre 0.26, diciembre 0.19, enero 0.18, febrero y marzo 0.22, abril 0.19, mayo 0.15 y junio con el mínimo de 0.14.

El período 00/01 se caracterizó con julio 0.20, agosto 0.25, septiembre y octubre con el máximo índice de 0.38 respectivamente, noviembre 0.35, diciembre 0.33, enero 0.32, febrero 0.30, marzo 0.25, abril 0.22, mayo 0.20 y junio con el mínimo de 0.12.

## 2.6. Descripción de los ritmos polínicos

La ciudad de La Plata presentó un espectro polínico anual diverso, el cual se reflejó en los 79 tipos polínicos relevados. De ellos, se seleccionaron aquellos cuya concentración representó desde un 100% hasta 1% del total anual y se describió su presencia en la atmósfera (Tabla 2.2).

Estos tipos polínicos aportaron en conjunto concentraciones anuales de polen que equivalieron a porcentajes del 94.4% en 98/99, 94.5% en 99/00 y 92.3% en 00/01.

Durante 98/99, los principales tipos polínicos en orden decreciente fueron:

*Platanus*, *Fraxinus*, Poaceae, Cupressaceae, Urticaceae, Cyperaceae, Myrtaceae, *Acer*, *Ambrosia*, *Celtis*, *Casuarina* y *Morus* (Fig. 2.13). Los datos referidos a sus presencias así como sus relaciones con aspectos clínicos fueron analizados en Nitiu y Romero (2002) (Publicación 2).

Durante 99/00, los principales tipos polínicos fueron: *Platanus.*, *Fraxinus* , Cupressaceae, Poaceae, Urticaceae, Myrtaceae, Cyperaceae, *Celtis*, *Acer*, *Ambrosia*, *Casuarina* y *Morus*. (Fig. 2.14).

Durante 00/01, los principales tipos polínicos fueron de: *Platanus*, *Fraxinus* , Cupressaceae, Poaceae, Urticaceae, Cyperaceae, Myrtaceae, *Celtis*, *Casuarina* y *Morus* (Fig. 2.15).

En los períodos 98/99 y 99/00 los tipos polínicos con mayor representación en la atmósfera fueron los mismos, en cambio en el período 00/01 estuvieron ausentes *Acer* y *Ambrosia*.

### 2.7. Caracterización de los principales taxones representados en la atmósfera.

A partir del inicio del mes de julio se destacó una importante presencia de Cupressaceae en la atmósfera, la cual se prolongó hasta mediados de primavera (diciembre) con concentraciones mensuales de 523 granos de polen .

El registro de polen fue de 353 días anuales, en cambio el período de máxima polinación (MPP) fue de 223 días.

El máximo aporte se registró en el mes de agosto con concentraciones absolutas de 15172, 12550.4 y 12409.8 granos de polen respectivamente y con una concentración relativa del 87%, 58.9%, 97.7% en cada período.

Los días de máxima emisión fueron 9, 18 y 27 de agosto de cada período con concentraciones que alcanzaron los 1768.6 gr/m<sup>3</sup>, 1391.2 gr/m<sup>3</sup> y 2889.7 gr/m<sup>3</sup> respectivamente. Se observaron variaciones en el porcentaje de polen acumulado entre el inicio y el máximo día de polinación, los valores fueron de 29.9%, 63.7% y 55.3% en cada período (Tabla 2.16).

Tal como se observa en la Tabla 2.16, *Platanus* sp. comenzó su emisión de polen en el período 98/99 a principios de julio, en 99/00 a fines de julio y en 00/01 a principio de agosto.

El polen de este taxón se registró en la atmósfera 161 días y 53 días en su período máximo de polen (MPP).

La máxima concentración de polen fue en septiembre con valores mensuales de 48088.9, 43452.8 y 24734.5 granos de polen respectivamente para cada período, representando una concentración relativa del 59.5%, 57% y 52%.

Los días de máxima emisión de polen fueron 12, 2 y 17 de septiembre, con valores de concentración muy elevados de 7840.3 gr/m<sup>3</sup>, 8447.1 gr/m<sup>3</sup> y 5279.9 gr/m<sup>3</sup> para cada período respectivamente. El polen acumulado en el aire desde el inicio de polinación hasta el día de máximo aporte fue en 98/99 de 49.5% en 31 días, en 99/00 de 46.1% en 36 días y en 00/01 de 40.2% en 72 días (Tabla 2.16).

*Fraxinus* spp. comenzó su polinación en los períodos 98/99 y 99/00 en el mes de julio y en el período 00/01 inició su emisión de polen a mediados del mes de agosto permaneciendo en el aire un promedio de 96 días. El período máximo de polinación fue de 37 días. La concentración máxima se registró en el mes de

septiembre con 20327.8, 24793.7 y 15044.2 granos de polen respectivamente. El registro de concentración relativa máxima fue en el primer período en el mes de octubre con 40%, en el segundo período en el mes de septiembre con 32.5% y en el tercer período en el mes de diciembre con un promedio de 40%. La máxima emisión de polen se produjo 25, 17 y 30 de septiembre con registros de 1846.3 gr/m<sup>3</sup>, 2564.1 gr/m<sup>3</sup> y 1964.7 gr/m<sup>3</sup>.

La proporción de polen acumulado hasta el día de máxima representación fue durante 98/99 de 87% en 35 días, durante 99/00 de 48.8% en 77 días y durante 00/01 de 67.2% en 44 días (Tabla 2.16).

*Morus* sp. inició su emisión de polen a la atmósfera a mediados del mes de agosto en los tres períodos. Se registró en la atmósfera por el lapso de 125 días y su período de polinación fue de 92 días. El máximo aporte de polen se registró en los dos primeros períodos en el mes de septiembre con 1265.4 y 1365.3 granos de polen respectivamente y en el tercer período en el mes de octubre con 836.2 granos de polen. El valor de concentración relativa máxima en los períodos 98/99 y 99/00 fue en el mes de septiembre con 1.6% y 1.8% y en 00/01 fue en el mes de octubre con 4.6%. La máxima concentración de polen se registró los días 24 y 13 con 151.7 gr/m<sup>3</sup> y 210.9 gr/m<sup>3</sup> respectivamente. En el período 00/01 la máxima concentración relativa se registró en el mes de octubre con un aporte del 4.6% y el registró máximo de polen fue el 8 del mismo mes con 144 gr/m<sup>3</sup>. Los porcentajes de granos de polen acumulados en cada período hasta el máximo fueron de 54.5% en 39 días, 41.7% en 36 días y 67.7% en 44 días (Tabla 2.16)



*Acer* sp. se registró en la atmósfera en 98/99 desde principio de septiembre, en 99/00 desde mediados de agosto y en 00/01 a principios de septiembre por un lapso promedio de 62 días, con un periodo de máxima emisión de 27 días.

El máximo aporte a la atmósfera se registró en el mes de septiembre con 2745.4, 2316.2 y 732.6 granos de polen respectivamente para cada período. El mes con máxima concentración relativa de *Acer* sp. fue septiembre con 3.4%, 3% y 1.5% respectivamente. El registro máximo de emisión fue los días 17, 12 y 7 respectivamente para cada período para ese mes con aportes de 573.5 gr/m<sup>3</sup>, 270.1 gr/m<sup>3</sup> y 136.9 gr/m<sup>3</sup>. Se destacó una diferencia anual importante en el porcentaje de polen acumulado desde el inicio de emisión hasta el día de máximo registro, en 98/99 con valores de 16.8% en 7 días, en 99/00 fue de 42.1% en 26 días y en 00/01 fue de 22% en 3 días (Tabla 2.16).

*Celtis* sp. estuvo presente en la atmósfera durante 98/99 y 99/00 desde principios de septiembre y durante 00/01 desde fines de septiembre con un promedio de 94 días, siendo su período de máxima emisión de 48 días. El mes de máxima emisión fue octubre con valores de concentración de 2249.6, 2146 y 1206.2 granos de polen respectivamente para cada período. El registro de concentración relativa máxima se observó en el mes de octubre en el período 98/99 y 99/00 con un aporte de 6.9% y 19% en cambio en el período 00/01 se observó en el mes de noviembre con 8.2%. Las máximas emisiones de *Celtis* sp.

se registraron el 21, 19 y 21 de octubre respectivamente para cada período con 240.5 gr/m<sup>3</sup> y 299.7 gr/m<sup>3</sup> en los dos últimos periodos, acumulando hasta esa fecha el 53% en 47 días, 31.3% en 49 días y 32.9% en 25 días respectivamente en cada período (Tabla 2.17). Características particulares del período de polinación y el análisis con las variables meteorológicas fueron analizadas en Nitui, D. (2003), (Publicación 4).

*Ambrosia* spp. se reconoció en la atmósfera en el período 98/99 a partir de mediados de noviembre, en el período 99/00 a partir de mediados de enero y en el período 00/01 a partir de diciembre. Se registró 187 días en la atmósfera y 109 días representando el periodo de polinación. El máximo aporte de polen al aire se registró en marzo con 2105.3, 1472.6 y 947.2 granos de polen en cada período respectivamente. La máxima concentración relativa se destacó el mismo mes con 31.8%, 31.7% y 32% respectivamente. El máximo registro polínico se observó el 8/3 con 284.9 gr/m<sup>3</sup>, el 29/2 con 155.4 gr/m<sup>3</sup> y el 11/3 con 44.7 gr/m<sup>3</sup> respectivamente.

El número de días presente en la atmósfera desde el inicio hasta el día de máximo aporte fue en el primer período de 117 días acumulando 65% de la concentración, en el segundo periodo fue de 47 días y se acumuló 31% y en el tercer período fue de 150 días acumulando 61.1% (Tabla 2.16)

*Casuarina cunninghamiana* fue uno de los pocos taxones arbóreos que de acuerdo al registro inició su emisión hacia fines del verano y con una importante

representación en el espectro polínico. Su inicio de registro fue en los períodos 98/99 y 99/00 a principios de enero y en 00/01 a mediados de febrero. Se halló en la atmósfera por 245 días y su periodo de máxima polinación se extendió por 96 días. El máximo aporte se observó en el primer período en el mes de febrero con 1209.9 granos de polen en cambio en los otros dos períodos se observó en el mes de abril con concentraciones de 854.7 y 1087.8 granos. El valor de concentración relativa máxima se registró en el mes de abril en todos los años con 24.9%, 45.1% y 61.1% respectivamente. El día de máxima emisión durante 98/99 fue el 24 de febrero con 203.5 gr/m<sup>3</sup>, en 99/00 fue el 23 de abril con 292.3 gr/m<sup>3</sup> y en 00/01 fue el 13 de abril con 580.9 gr/m<sup>3</sup>.

Desde el primer día de registro en la atmósfera hasta el día de máxima emisión, en el primer período acumuló 64% de polen en un lapso de 48 días, el segundo período acumuló el 93.4% en 102 días y en el tercer período 69.7% en 53 días (Tabla 2.16).

Los granos de polen de Poaceae, Urticaceae y Myrtaceae, estuvieron presentes en la atmósfera casi todo el período de muestreo. (Tabla 2.16)

Las Poaceae se hallaron presentes durante todo el año, con un período prolongado de máxima polinación de 209 días. Las máximas emisiones se registraron durante 98/99 y 99/00 en el mes de noviembre con 11148.1 y 6430.6 granos respectivamente y en 00/01 en el mes de diciembre con 6859.1 granos. El día de máxima emisión de polen durante 98/99 fue el 24 de noviembre con 1694.6 gr/m<sup>3</sup> en 99/00 fue el 20 de noviembre con 706.7 gr/m<sup>3</sup> y durante 00/01 fue el 10

de diciembre con 688.2 gr/m<sup>3</sup>.

Los máximos valores de concentración relativa se registraron en los períodos 98/99 y 99/00 en el mes de noviembre con 68.5% y 68.1%, en cambio en el período 00/01 se registró en el mes de diciembre con 71%.

Los valores registrados para las Urticaceae coincidieron con las altas emisiones de polen de los taxones arbóreos de septiembre y diciembre aunque se registró por el resto del año con una presencia considerable en la atmósfera. El período de máxima polinación abarcó 299 días y las mayores emisiones polínicas se registraron en 98/99 en el mes de diciembre con 2571.5 granos, en 99/00 en el mes de septiembre con 1798.2 granos y en 00/01 en el mes de diciembre con 3119.1 granos de polen.

Los máximos valores de concentración relativa fueron en el mes de mayo durante 98/99 con un aporte de 23.1% y en junio en los períodos 1999/00 y 00/01 con 29.2% (Tabla 2.16)

En el caso de las Myrtaceae, se observó una mayor presencia de granos de polen en la atmósfera a partir del mes de octubre hasta el mes de enero.

El período de polinación fue de 241 días. Durante todos los períodos las máximas concentraciones se registraron en el mes de diciembre con 1509.6, 1938.8 y 617.9 granos de polen respectivamente.

Los días de máxima emisión se registraron en 98/99 y 99/00 en el mes de diciembre, el 27 y 18 con valores de concentración como 155.4 gr/m<sup>3</sup> y 336.7 gr/m<sup>3</sup> respectivamente. Durante 00/01 se registraron en el mes de noviembre, el día 15 con 118.4 gr/m<sup>3</sup>

El máximo valor de concentración relativa se observó en todos los períodos en el mes de enero con 17%, 31.5% y 15.5% respectivamente (Tabla 2.16)

En Nitíu & Mallo (2002) (Publicación 3), se destacó el aporte individual de estos tres taxones al conjunto o complejo polen arbóreo y al polen total durante 98/99. En la citada contribución además se analizó la incidencia del polen de dichos taxones en estudios epidemiológicos alérgicos.

### 2.8. Registro polínico horario

La concentración de polen total diaria registró un patrón de variación circadiano.

Se observó que a las 02:00 los porcentajes mensuales de concentración de polen para los tres años oscilaron de 2.9% a 16%, a las 08:00 de 2.9% a 22.4%, a las 10:00 de 3.4% a 56.5%, a las 14:00 de 4.2% a 56.1% y a las 20:00 de 2.9% a 20% (Fig. 2.17)

Se analizó la distribución anual de las concentraciones totales en las distintas horas.

En el período 98/99 fueron las siguientes, a las 02:00, 2011 gr/m<sup>3</sup> (11.1%), a las 08:00, 32530 gr/m<sup>3</sup> (17.9%), a las 10:00, 51393 gr/m<sup>3</sup> (28.4%), a las 14:00, 51856 gr/m<sup>3</sup> (28.6%) y a las 20:00, 23354 gr/m<sup>3</sup> (12.9%) (Fig. 2.18).

En este período, las diferencias entre los datos totales de concentración de polen a las 10:00 y a las 14:00 no fueron destacables, dado que la diferencia a favor de las 14:00 fue de 460 gr/m<sup>3</sup>. En cuanto a la representación porcentual fue del 28% en ambos casos (Fig. 2.19).

Se registraron cuatro meses con las máximas concentraciones de polen a las 10:00h (agosto, octubre, diciembre, febrero) y a las 14:00h los restantes meses.

En el *período 99/00* la distribución anual de las concentraciones totales en las distintas horas fueron; a las 02:00, 13894 gr/m<sup>3</sup> (7.6%), a las 08:00, 22389 gr/m<sup>3</sup>, (12.3%), a las 10:00, 40264 gr/m<sup>3</sup>, (22.2%), a las 14:00, 51057 gr/m<sup>3</sup> (8.1%) (Fig. 2.18)

La diferencia de concentración en este período a favor de las 14:00 fue de 10700 g/m<sup>3</sup> respecto de las 10:00 y ello se reflejó en el porcentaje, 28.2% respecto del total para las 14:00 y 22.2% para las 10:00 (Fig. 2.17).

Las máximas concentraciones se registraron a las 08:00 en el mes de diciembre, a las 10:00 en el mes de abril y a las 14:00 en el resto de los meses.

En el *período 00/01* las concentraciones totales en las distintas horas fueron; a las 02:00, 12184 gr/m<sup>3</sup> (6.7%), a las 08:00, 21250 gr/m<sup>3</sup> (11.7%), a las 10:00, 31113 gr/m<sup>3</sup> (17.1%), a las 14:00, 29352 gr/m<sup>3</sup> (16.2%) y a las 20, 12317 gr/m<sup>3</sup> (6.8%).

En este último período el máximo registro de emisión polen se halló a la hora 10:00 con una diferencia a favor de 1760 g/m<sup>3</sup> respecto de las 14:00. Esto destaca un 17.2% de representación para las 10:00 considerando en segundo lugar a las 14:00 con una representación del 16.2%. (Fig. 2.17, 2.18)

Se registró el máximo de polen a las 20:00 en el mes de julio, a las 10:00 en los meses de agosto, octubre, febrero, abril y mayo y los restantes seis meses a las 14:00.

### 2.9. Distribución horaria de los tipos polínicos arbóreos-arbustivos (AP) y herbáceos (NAP)

Se analizó la distribución horaria del polen del grupo arbóreos-arbustivos (AP) y herbáceos (NAP) para los tres períodos.

El grupo AP (*polen arbóreo*) durante 98/99, registró las máximas emisiones a distintas horas según el tipo polínico considerado. A las 02:00 registró el 3.1% con 1 tipo polínico, a las 08:00 el 6.2% con 2 tipos polínicos, a las 10:00 el 37.5% registrando las máximas emisiones de 12 tipos polínicos, a las 14:00 el 28.1% y finalmente a las 20:00 el 6.2% con 2 tipos polínicos (Fig. 2.19).

Los valores de concentración que representaron estos porcentajes fueron a las 02:00 14742.8 gr/m<sup>3</sup>, las 08:00 24812.8 gr/m<sup>3</sup> seguido por las 10:00 39437.3 gr/m<sup>3</sup>, el máximo a las 14:00 con 39726.1 gr/m<sup>3</sup> y a las 20:00 con 16819 gr/m<sup>3</sup> (Fig. 2.20).

El tipo polínico que registró la máxima presencia en el registro a las 02:00 fue *Salix* ; a las 08:00, *Jacaranda* y *Tilia*; a las 10:00 *Adesmia*, *Alnus*, *Cupressaceae*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Ligustrum*, *Morus*, *Pinus*, *Populus*, *Schinus*, *Strelitzia* y *Ricinus*; a las 14:00 se registraron *Acer*, *Betula*, *Castanea*, *Casuarina*, *Celtis*, *Myrtaceae*, *Nothofagus*, *Platanus* y *Quercus* y a las 20:00 *Mimosa* y *Persea*.

La máxima emisión de polen a dos horas diversas fue registrada en 6 tipos polínicos, ellos fueron *Acacia*, *Ephedra*, *Lotus*, *Phoenix*, *Olea* y *Ulmus*.

Durante el período 99/00, los tipos polínicos arbóreos se registraron a las

02:00 con el 2.6% representando a 1 tipo polínico, a las 08:00 con 10.5%, 4 tipos polínicos, a las 10:00 con 21%, 8 tipos polínicos, a las 14:00 el 47.3% registrando las máximas emisiones de 18 tipos polínicos y a las 20:00 el 13% con 5 tipos polínicos.

Los valores de concentración que estos porcentajes representaron fueron a las 02:00, 10746.8 gr/m<sup>3</sup>; a las 08:00, 170169 gr/m<sup>3</sup>; a las 10:00, 33184.8 gr/m<sup>3</sup>; a las 14:00, 43170.8 gr/m<sup>3</sup> y a las 20:00, 11423.4 gr/m<sup>3</sup> (Fig. 2.20).

Los tipos polínicos que registraron las máximas emisiones a las 02:00 fue *Mimosa*. A las 08:00, *Ailanthus*, *Myrtaceae*, *Phoenix* y *Olea*. A las 10:00 fueron *Cupressaceae*, *Fagus*, *Juncus*, *Ligustrum*, *Liquidambar*, *Quercus*, *Schinus* y *Ricinus*. A las 14:00 fueron *Acer*, *Castanea*, *Casuarina*, *Cedrus*, *Celtis*, *T. crataegus*, *T. cruciata*, *Ephedra*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Morus*, *Pinus*, *Platanus*, *Ulmus*, *Strelitzia*, *Populus*, *Rosaceae* y *Salix*. A las 20:00 *Calliandra*, *Galium*, *Papilionoideae*, *Persea* y *Tilia*.

*Alnus* y *Nothofagus* registraron las máximas emisiones de polen en dos momentos del día.

Durante el período 00/01, los tipos polínicos arbóreos registraron sus emisiones a las 02:00 el 8.1% con 3 tipos polínicos, a las 08:00 y a las 10:00 el 13.5% con 5 tipos polínicos, a las 14:00 el 37.8% con la máxima emisión de 14 tipos polínicos y a las 20:00 el 8.1% con 3 tipos polínicos.

Los valores de concentración que estos porcentajes representaron fueron, a las 02:00 con 8589.7 gr/m<sup>3</sup>; a las 08:00, 16188.1 gr/m<sup>3</sup>; a las 10:00, 25007.2 gr/m<sup>3</sup>; a las 14:00, 24434 gr/m<sup>3</sup> y a las 20:00, 10516.9 gr/m<sup>3</sup> (Fig. 2.20).



Los tipos polínicos que registraron las máximas presencias a las 02:00 fueron: *Castanea*, *Ligustrum* y *Liquidambar*. A las 08:00 *Casuarina*, *Galium*, *Juncus*, *Morus* y *Thalictrum*. A las 10:00 Cupressaceae, *Phoenix*, *Olea*, *Thuja* y *Fraxinus*. A las 14:00 *Acer*, *Aesculus*, *Celtis*, *Cedrus*, *Fagus*, *Ephedra*, *Lotus*, Myrtaceae, *Platanus*, *Populus*, *Quercus*, *Schinus*, *Ulmus* y *Ricinus*. A las 20:00 *Acacia*, *Nothofagus* y *Tilia*.

Se registró que los tipos polínicos *Alnus*, *Juglans*, *T. larix*, *Papaver*, *Persea*, *Pinus* y *Salix* mostraron las máximas emisiones en dos bandas horarias diarias.

El grupo *NAP* (*polen herbáceo*) durante 98/99, registró las máximas emisiones a distintas horas según el tipo polínico considerado. A las 02:00 y a las 08:00 se registró 6.6% con 1 tipo polínico respectivamente; a las 10:00 el 40% con 6 tipos polínicos; a las 14:00 el 40% con 6 tipos polínicos y finalmente a las 20:00 sin registros (Fig. 2.21).

Los valores de concentración que representaron estos porcentajes fueron a las 02:00 con 5478 gr/m<sup>3</sup>; las 08:00 con 8743.7 gr/m<sup>3</sup> seguido por las 10:00 con el máximo 12593.7 gr/m<sup>3</sup>; a las 14:00 con 12164.8 gr/m<sup>3</sup> y a las 20:00 con 6742.9 gr/m<sup>3</sup> (Fig. 2.22)

Los tipos polínicos que registraron las máximas presencias en la atmósfera fueron, a las 02:00 Asteraceae, a las 08:00 *Rapanea*; a las 10:00 Cyperaceae, *Artemisia*, Cheno-Amaranthaceae, *Taraxacum*, *Typha* y *Xanthium*. A las 14:00 fueron *Alternanthera*, *Rumex*, *Plantago*, *Ambrosia*, Poaceae y Urticaceae. A las 20:00 no hubo representación. *Solidago* fue el único tipo polínico que registró su

máxima presencia en dos bandas horarias.

En el *período 99/00*, los tipos polínicos herbáceos se registraron en la atmósfera a las 02:00 con 5% representando a 1 tipo polínico; a las 08:00 no hubo registro; a las 10:00 se registró el máximo con 40% y 8 tipos polínicos; a las 14:00 con 40% y 8 tipos polínicos y finalmente a las 20:00 nuevamente ningún registro (Fig. 2.21)

Los valores de concentración que representan estos porcentajes fueron a las 02:00 con 3346.8 gr/m<sup>3</sup>, las 08:00 con 5576.5 gr/m<sup>3</sup> seguido por las 10:00 con 7287.9 gr/m<sup>3</sup> el máximo a las 14:00 con 8368.6 gr/m<sup>3</sup> y a las 20:00 con 3782.9 gr/m<sup>3</sup> (Fig. 2.22)

Los tipos polínicos que registraron los máximos registros de presencia fueron, a las 02:00 *Alternanthera*; a las 08:00 no hubo registro; a las 10:00 se registraron *Artemisia*, *Asteraceae*, *Brassica*, *Caryophyllaceae*, *Cyperaceae*, *Cheno-Amaranthaceae*, *Plantago* y *Rumex*. A las 14:00 *Ambrosia*, *Apiaceae*, *Aster*, *Echium*, *Euphorbiaceae*, *Poaceae*, *Rubiaceae* y *Urticaceae*. A las 20:00 no hubo registro. *Amaranthus*, *Galium* y *Taraxacum* registraron sus máximos en dos bandas horarias.

En el *período 00/01*, los tipos polínicos herbáceos que se registraron en la atmósfera fueron, a las 02:00 con 11% representando a 2 tipos polínicos; a las 08:00 16% con 3 tipos polínicos; a las 10:00 con 22.2% y 4 tipos polínicos, a las 14:00 con el máximo de 44% y 8 tipos polínicos y finalmente a las 20:00 5.5% con 1 tipo polínico (Fig. 2.21).

Los valores de concentración que representan estos porcentajes fueron a

las 02:00 con 3850 gr/m<sup>3</sup>; las 08:00 con 6290.6 gr/m<sup>3</sup> seguido por las 10:00 con 6729.2 gr/m<sup>3</sup>; a las 14:00 con el máximo 7414 gr/m<sup>3</sup> y a las 20:00 con 4008.6 gr/m<sup>3</sup> (Fig. 2.22).

Los tipos polínicos que registraron los máximos registros a la atmósfera fueron a las 02:00 Euphorbiaceae y *Taraxacum*. A las 08:00 *Galium*, *Rumex* y Urticaceae. A las 10:00 *Aster*, *Corrigiola*, Cupressaceae y Asteraceae. A las 14:00 *Alternanthera*, *Ambrosia*, Umbelliferae, Chenopodiaceae, *Artemisia*, *Plantago*, Poaceae y Rubiaceae.

#### 2.9.1. Análisis diario de tipos polínicos producidos por taxones arbóreos y arbustivos.

Todos los tipos polínicos que conformaron la nube de polen presentaron un ciclo de emisión de polen horario.

Se analizaron los ritmos horarios de los tipos polínicos arbóreos y herbáceos representativos en el espectro de polen con el Índice de Distribución Intradiurna (IDI) Trigo *et al.* (1997).

En este caso se tuvieron en cuenta los tipos polínicos más abundantes como aquellos de representación moderada caracterizado anteriormente.

Se observaron tres tipos de comportamiento del polen en la atmósfera;

- aquellos que presentaron un IDI mayor a 0.20. Este índice puso de manifiesto que el taxón presentó un alto grado de emisión de polen a una hora determinada del día. Las horas con los máximos aportes fueron a las 10:00 caracterizado por Cupressaceae y a las 14:00 caracterizado por *Acer*, *Platanus*, *Fraxinus*,

*Castanea*, *Celtis*, *Salix*, *Schinus* y *Ulmus* (Fig. 2.23);

- aquellos que presentaron un IDI entre 0.20 y 0.10. Este valor del índice destacó un patrón con un pico escasamente pronunciado de emisión de polen a una determinada hora o durante un lapso horario del día. Las 10:00 estuvo caracterizada por *Ligustrum*, *Juglans*, *Ricinus*. A las 14:00 por *Casuarina*. y *Quercus* y el intervalo de las 10:00 a las 14:00 estuvo caracterizado por *Morus*, *Casuarina* y *Pinus* (Fig. 2.24);
- aquellos que presentaron un IDI inferior a 0.10. El bajo valor del índice destacó una distribución de los taxones similar durante todas las horas del día, poniendo de manifiesto que entre las horas de máximos y mínimos las diferencias no fueron significativas. Estuvo caracterizado por Myrtaceae y *Populus* sp. (Fig. 2.25).

El polen de los taxones *Platanus* sp., *Fraxinus* sp., *Acer* sp. y *Celtis* sp. fueron algunos de los principales integrantes de la nube de polen y se analizaron en mayor detalle en Nitíu y Mallo, (2002), (Publicación 3) y Nitíu (2003), (Publicación 4).

### 2.9.2. Análisis diario de los tipos polínicos producidos por taxones herbáceos

Se analizó la distribución diaria de aquellos tipos polínicos con representatividad abundante y moderada y se observó lo siguiente:

- aquellos que presentaron un IDI mayor a 0.20. Las 02:00 se caracterizó por *Alternanthera*, las 10:00 por *Artemisia* y Chenopodiaceae-Amaranthaceae y las 14:00 se caracterizó por *Aster* (Fig. 2.26). Nitíu (2004), (Publicación 5);

- aquellos que presentaron un IDI entre 0.20 y 0.10. Las 10:00 se caracterizó con *Rumex*, *Asteraceae*, Las 14:00 estuvo caracterizado por *Apiaceae*, *Echium*, *Ambrosia.*, *Cyperaceae*. El otro grupo presentó una distribución más uniforme de concentración entre las 10:00 y 14:00 y estuvo caracterizado por *Plantago* (Fig. 2.27); Nitíu (2004), (Publicación 5);
- aquellos que presentaron un IDI inferior a 0.10 estuvieron caracterizados por *Urticaceae* y *Poaceae*. En este caso la distribución de la concentración fue relativamente uniforme a lo largo de todas las horas del día analizadas; Nitíu (2004), (Publicación 5).

Tabla 2.1. Tipos polínicos representados en los tres años de muestreo (1998/99-1999-00/2000-01) en la atmósfera. AP (polen arboreo-arbustivo), NAP (polen herbáceo)

En 3 períodos	Anemófilo *	AP / NAP	En 2 períodos	Anemófilo *	AP / NAP
<i>Acer</i>	*	A	<i>T. betula</i>	*	A
<i>Alternanthera</i>	*	N	Caryophyllaceae		N
<i>Ambrosia</i>	*	N	<i>Cedrus</i>	*	A
<i>Alnus</i>	*	A	Euphorbiaceae	*	N
Apiaceae		N	<i>Gallium</i>	*	N
<i>Artemisia</i>	*	N	<i>Liquidambar</i>	*	A
<i>Aster</i>	*	N	<i>Lotus</i>		N
Asteraceae		N	<i>Mimosa</i>		A
<i>Casuarina</i>	*	A	<i>Rapanea</i>	*	A
<i>Castanea</i>	*	A	<i>Robinia</i>		A
<i>Celtis</i>	*	A	Rubiaceae		N
Cheno-Amaranthaceae	*	N	<i>Strelitzia</i>		A
Cupressaceae	*	A			
Cyperaceae	*	N			
<i>Echium</i>	*	N	<b>En 1 período</b>		
<i>Ephedra</i>	*	A	<i>Adesmia</i>		A
<i>Fraxinus</i>	*	A	<i>Aesculus</i>		A
<i>Juglans</i>	*	A	<i>Amaranthus</i>	*	N
<i>Juncus</i>	*	A	<i>Calliandra</i>		A
<i>Ligustrum</i>		A	<i>Chrysanthemum</i>		N
<i>Phoenix</i>	*	A	<i>Corylus</i>	*	A
<i>Morus</i>	*	A	<i>Corrigiola</i>	*	N
Myrtaceae		A	<i>Fagus</i>	*	A
<i>Nothofagus</i>	*	A	Geraniaceae		N
<i>Persea</i>		A	<i>Jacaranda</i>		A
<i>Pinus</i>	*	A	<i>Medicago</i>		N
<i>Plantago</i>	*	N	<i>Myriophyllum</i>		N
<i>Platanus</i>	*	A	<i>Papaver</i>		A
Poaceae	*	N	<i>Ranuncus</i>		N
<i>Populus</i>	*	A	Ranunculaceae	*	N
<i>Quercus</i>	*	A	Rosaceae		A
<i>Ricinus</i>	*	A	<i>Solidago</i>		N
<i>Rumex</i>	*	N	<i>Tipo brassica</i>	*	N
<i>Salix</i>	*	A	<i>Tipo crataegus</i>		A
<i>Schinus</i>	*	A	<i>Tipo cruciata</i>	*	N
<i>Taraxacum</i>		N	<i>Tipo humulus</i>	*	A
<i>Typha</i>	*	N	<i>Tipo larix</i>	*	A
<i>Tilia</i>		A	<i>Xanthium</i>	*	N
<i>Ulmus</i>	*	A			
Urticaceae	*	N			

Tabla 2.2. Tipos polínicos identificados en la atmósfera con abundante, moderada y escasa representación en cada período.

Período 1998-1999			Período 1999-2000			Período 2000-2001		
	gr.polen	%		gr.polen	%		gr. polen	%
<b>Abundantes</b>			<b>Abundantes</b>			<b>Abundantes</b>		
<i>Platanus</i>	56648	31,3	<i>Platanus</i>	51648,3	36,2	<i>Platanus</i>	27428,1	25,9
<i>Fraxinus</i>	33547,9	18,5	<i>Fraxinus</i>	28005,3	19,7	<i>Fraxinus</i>	22422	21,1
Poaceae	25859,3	14,3	Cupressaceae	17582,4	12,3	Cupressaceae	18041,2	17,0
Cupressaceae	24137,1	13,3	Poaceae	14270,9	10,0	Poaceae	15332,8	14,5
Urticaceae	6774,7	3,7	Urticaceae	5494,5	3,9	Urticaceae	5228,1	4,9
Cyperaceae	5908,9	3,3	Myrtaceae	4029,3	2,8	Cyperaceae	3182	3,0
Myrtaceae	4658,3	2,6	Cyperaceae	2667,7	1,9	Myrtaceae	1938,7	1,8
<i>Acer</i>	3474,3	1,9	<i>Celtis</i>	2652,9	1,9	<i>Celtis</i>	1864,8	1,8
<i>Ambrosia</i>	3341,1	1,8	<i>Acer</i>	2545,6	1,8	<i>Casuarina</i>	1232,1	1,2
<i>Celtis</i>	2893,4	1,6	<i>Ambrosia</i>	2364,3	1,7	<i>Morus</i>	1187,7	1,1
<i>Casuarina</i>	1990,6	1,1	<i>Casuarina</i>	1850	1,3	<i>Alternanthera</i>	1006,4	1,0
<i>Morus</i>	1816,7	1,0	<i>Morus</i>	1587,3	1,1			
subtotal		94,4%	subtotal		94,5%	subtotal		93,3%
<b>Moderados</b>			<b>Moderados</b>			<b>Moderados</b>		
Cheno-Amar	1191,4	0,7	Cheno-Amar	1172,9	0,8	<i>Acer</i>	758,5	0,7
<i>Plantago</i>	1113,7	0,6	<i>Castanea</i>	551,3	0,4	<i>Artemisia</i>	725,2	0,7
<i>Artemisia</i>	740	0,4	<i>Echium</i>	532,8	0,4	Cheno-Amar	562,4	0,5
<i>Quercus</i>	688,2	0,4	<i>Artemisia</i>	525,4	0,4	<i>Ambrosia</i>	540,2	0,5
<i>Echium</i>	651,2	0,4	<i>Ulmus</i>	481	0,3	<i>Plantago</i>	521,7	0,5
<i>Populus</i>	575,5	0,3	<i>Plantago</i>	451,4	0,3	<i>Quercus</i>	503,2	0,5
<i>Castanea</i>	521,7	0,3	Arecaceae	384,8	0,3	<i>Echium</i>	469,9	0,4
Arecaceae	495,8	0,3	<i>Tipo aster</i>	373,7	0,3	Apiaceae	384,8	0,4
Apiaceae	392,2	0,2	Apiaceae	340,4	0,2	<i>Castanea</i>	377,4	0,4
<i>Salix</i>	358,9	0,2	<i>Populus</i>	270,1	0,2	Arecaceae	281,3	0,3
<i>Rapanea</i>	307,1	0,2	<i>Salix</i>	255,3	0,2	<i>Ulmus</i>	240,5	0,2
<i>Ricinus</i>	297	0,2	<i>Quercus</i>	225,7	0,2	<i>Rapanea</i>	218,3	0,2
<i>Schinus</i>	236,8	0,1	<i>Pinus</i>	203,5	0,1	Asteraceae	199,8	0,2
<i>Pinus</i>	222	0,1	<i>Alternanthera</i>	199,8	0,1	<i>Populus</i>	199,8	0,2
<i>Tipo aster</i>	199,8	0,1	<i>Rapanea</i>	166,5	0,1	<i>Tipo larix</i>	122,1	0,1
Asteraceae	185	0,1	<i>Ligustrum</i>	162,8	0,1	<i>Juglans</i>	118,4	0,1
<i>Rumex</i>	177,6	0,1				<i>Pinus</i>	118,4	0,1
						<i>Ricinus</i>	111	0,1
subtotal		4,8%	subtotal		4,6%	subtotal		6,0%
<b>Escasos</b>			<b>Escasos</b>			<b>Escasos</b>		
subtotal		0,8%	subtotal		0,9%	subtotal		0,7%

Fig. 2.3. Aporte mensual de granos de polen de arbóreas (AP) para cada período anual.

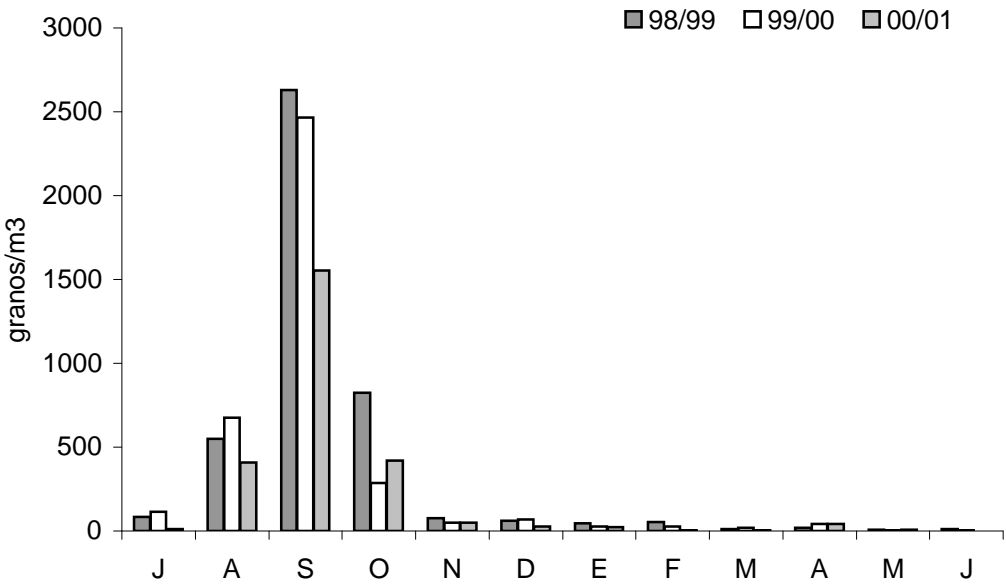




Fig. 2.4. Porcentaje acumulado de granos de polen de arboreas-arbustivas (AP) en la atmósfera para cada período anual.

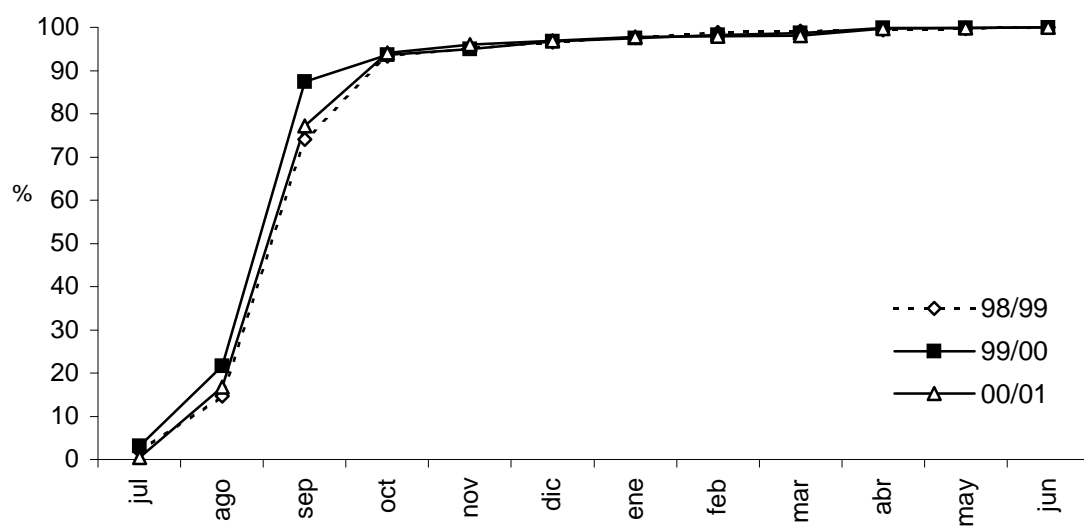


Fig. 2.5. Aporte mensual de granos de polen herbáceos (NAP) en los tres periodos anuales.

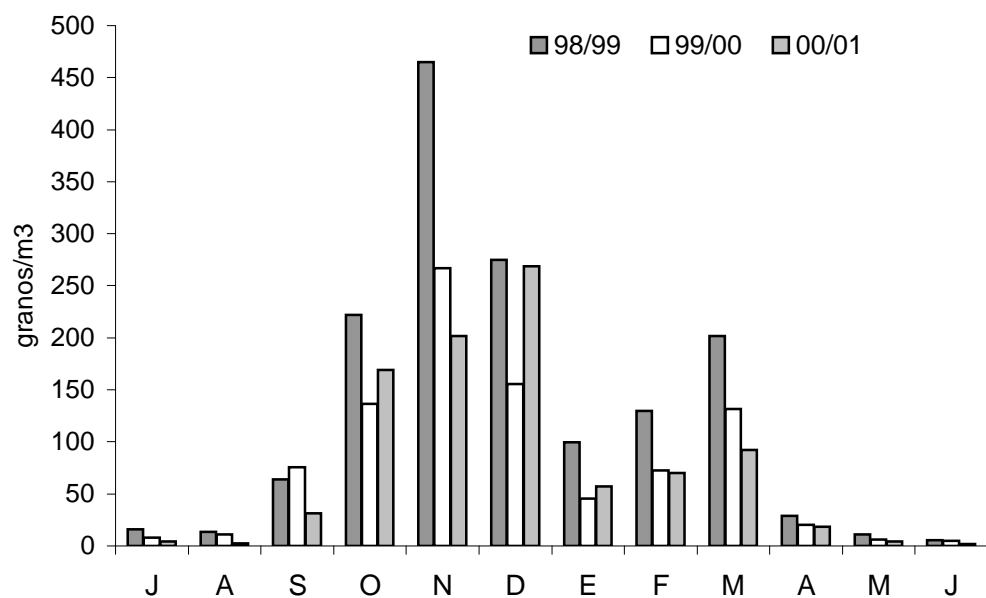


Fig. 2.6. Porcentaje acumulado de granos de polen de herbáceas para cada período.

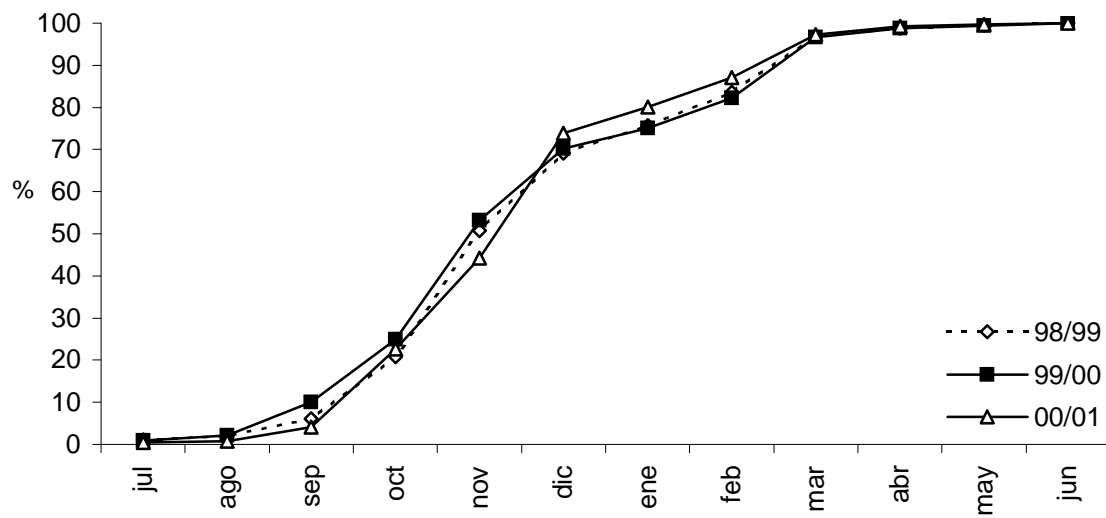


Fig. 2.7. Representación porcentual del total de polen acumulado en cada período.

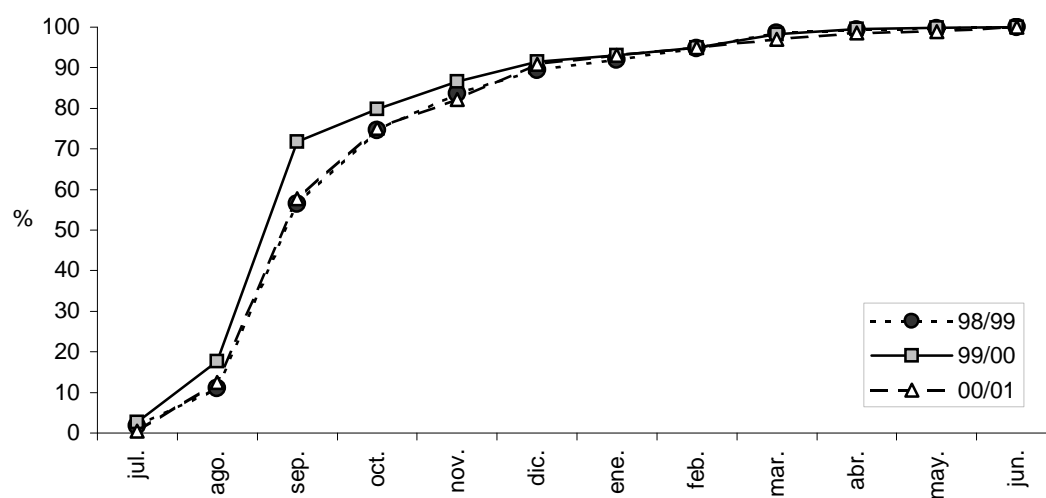


Fig. 2.8. Aporte de concentración total mensual de granos de polen para cada período

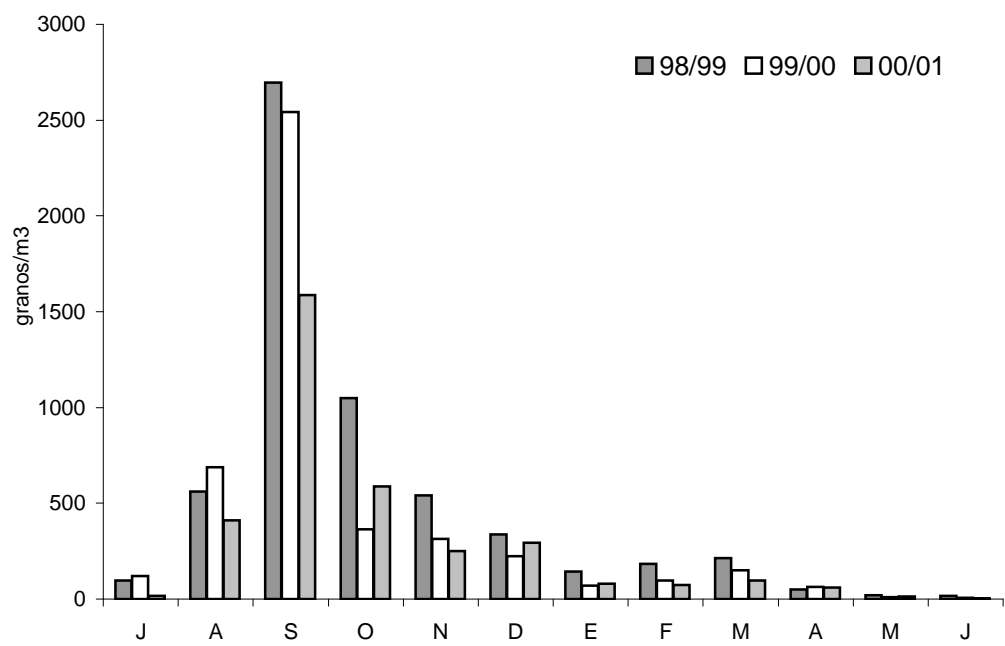


Fig. 2.9. Representación porcentual mensual de emisión polínica para cada período.

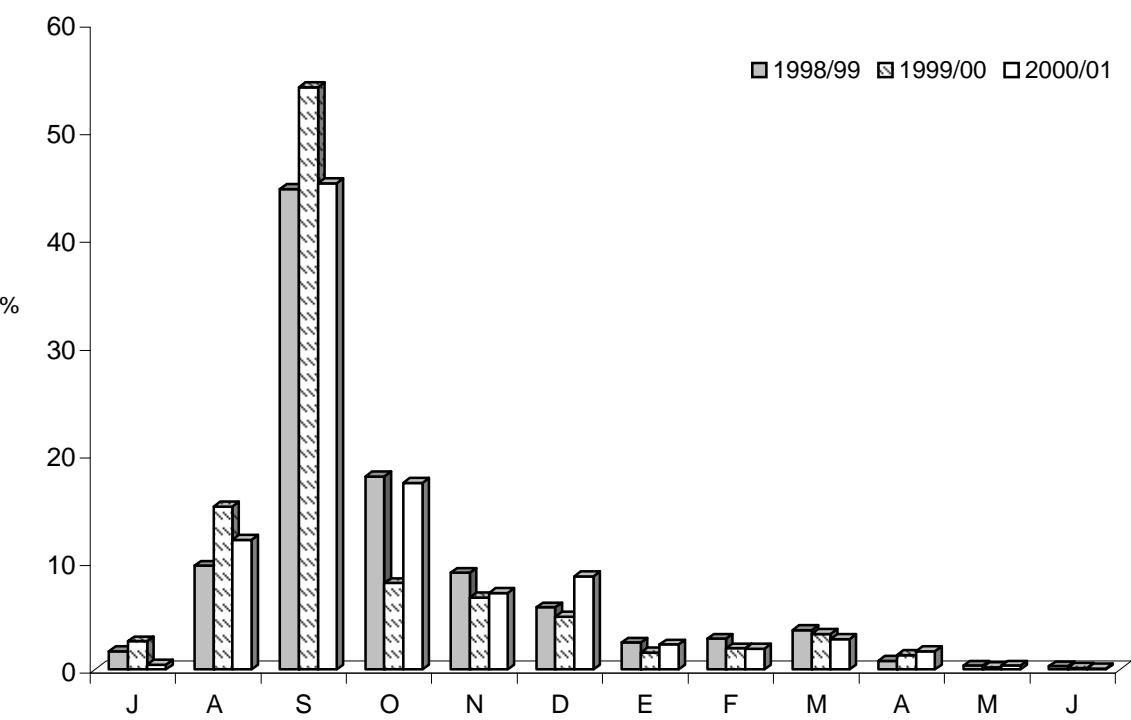


Tabla 2.10. Representación de la concentración absoluta y relativa mensual de granos de polen.  
Riqueza y registro del número de máximas emisiones de polen que se realizaron por mes para cada período.

año/variable	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
<b>1998/99</b>												
conc.abs.gr/m3	3027	17447,8	80830,2	32486	16272,6	10445,1	4503	5168,9	6627	1458	625,3	514,3
conc. relat. (%)	1,67	9,63	44,62	17,93	8,98	5,77	2,49	2,85	3,66	0,8	0,35	0,28
riqueza	8	18	22	25	24	21	19	19	19	17	15	10
diversidad	0,11	0,24	0,30	0,34	0,32	0,28	0,26	0,26	0,26	0,23	0,20	0,14
máx.emisiones	0	1	7	6	4	4	2	1	4	0	0	0
<b>1999/00</b>												
conc.abs.gr/m3	3685	21323,1	76275,5	11303,5	9442,4	6926,4	2220	2752,8	4647	1894	299,7	225,7
conc. relat. (%)	2,59	14,96	53,53	7,93	6,63	4,86	1,56	1,93	3,26	1,33	0,21	0,16
riqueza	15	16	21	22	20	15	14	17	17	15	12	11
diversidad	0,19	0,21	0,27	0,28	0,26	0,19	0,18	0,22	0,22	0,19	0,15	0,14
máx.emisiones	0	2	10	4	1	2	1	1	5	2	0	0
<b>2000/01</b>												
conc.abs.gr/m3	484,7	12698,4	47567,2	18259,5	7481,4	9127,9	2442	2031,3	2964	1780	366,3	107,3
conc. relat. (%)	0,46	11,97	44,85	17,22	7,05	8,61	2,3	1,92	2,79	1,68	0,35	0,1
riqueza	12	15	23	23	21	20	19	18	15	13	12	7
diversidad	0,20	0,25	0,38	0,38	0,35	0,33	0,32	0,30	0,25	0,22	0,20	0,12
máx.emisiones	0	1	6	7	4	2	2	1	4	1	1	0

Fig. 2.11. Riqueza mensual para cada período

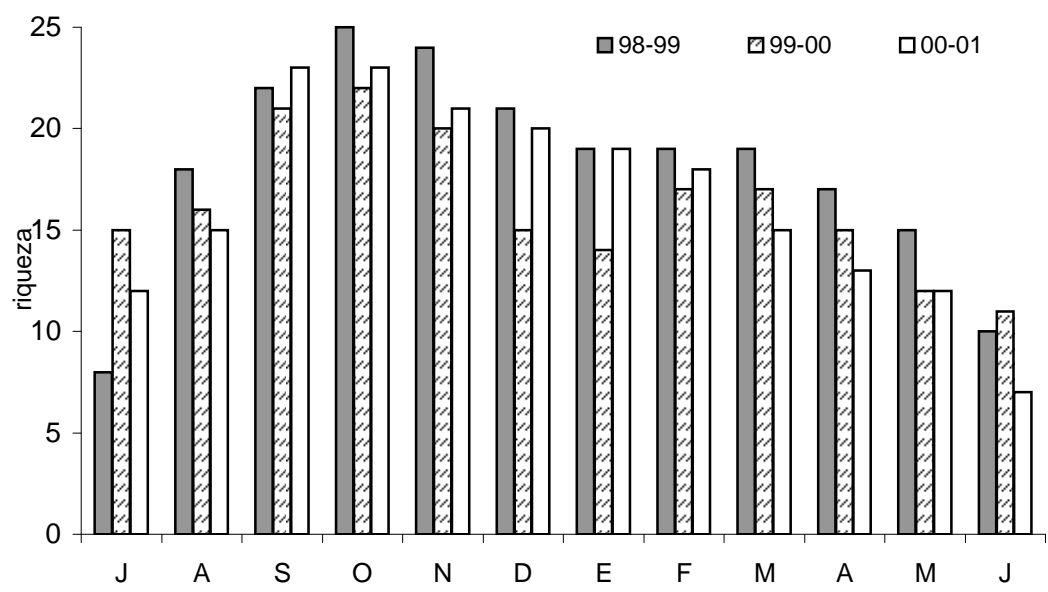




Fig. 2.12. Representación mensual del Índice de Diversidad ( $H'$ ) para cada período anual.

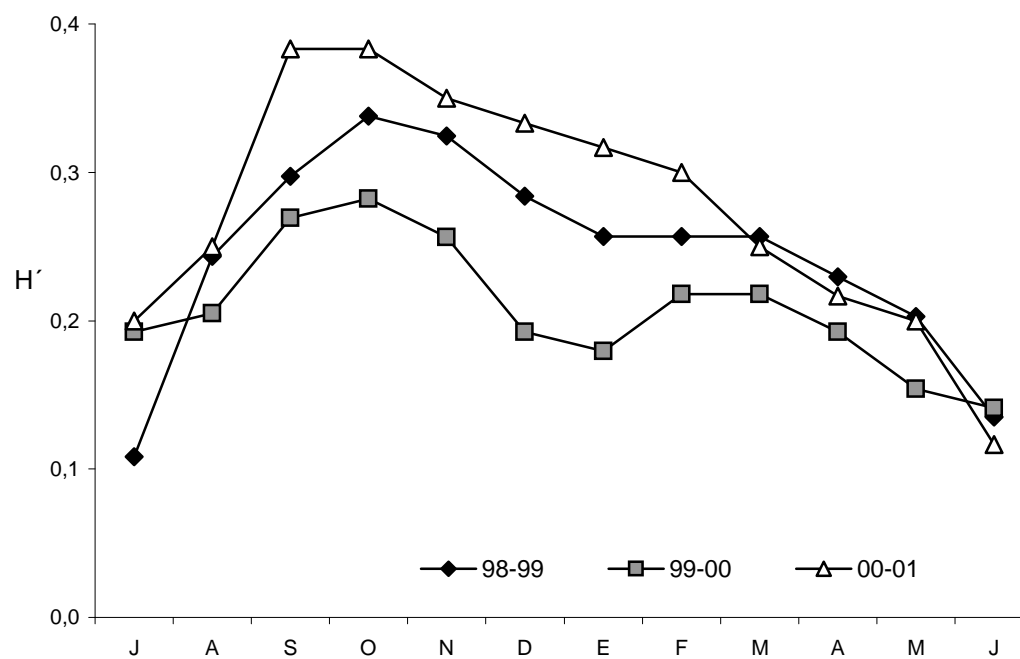
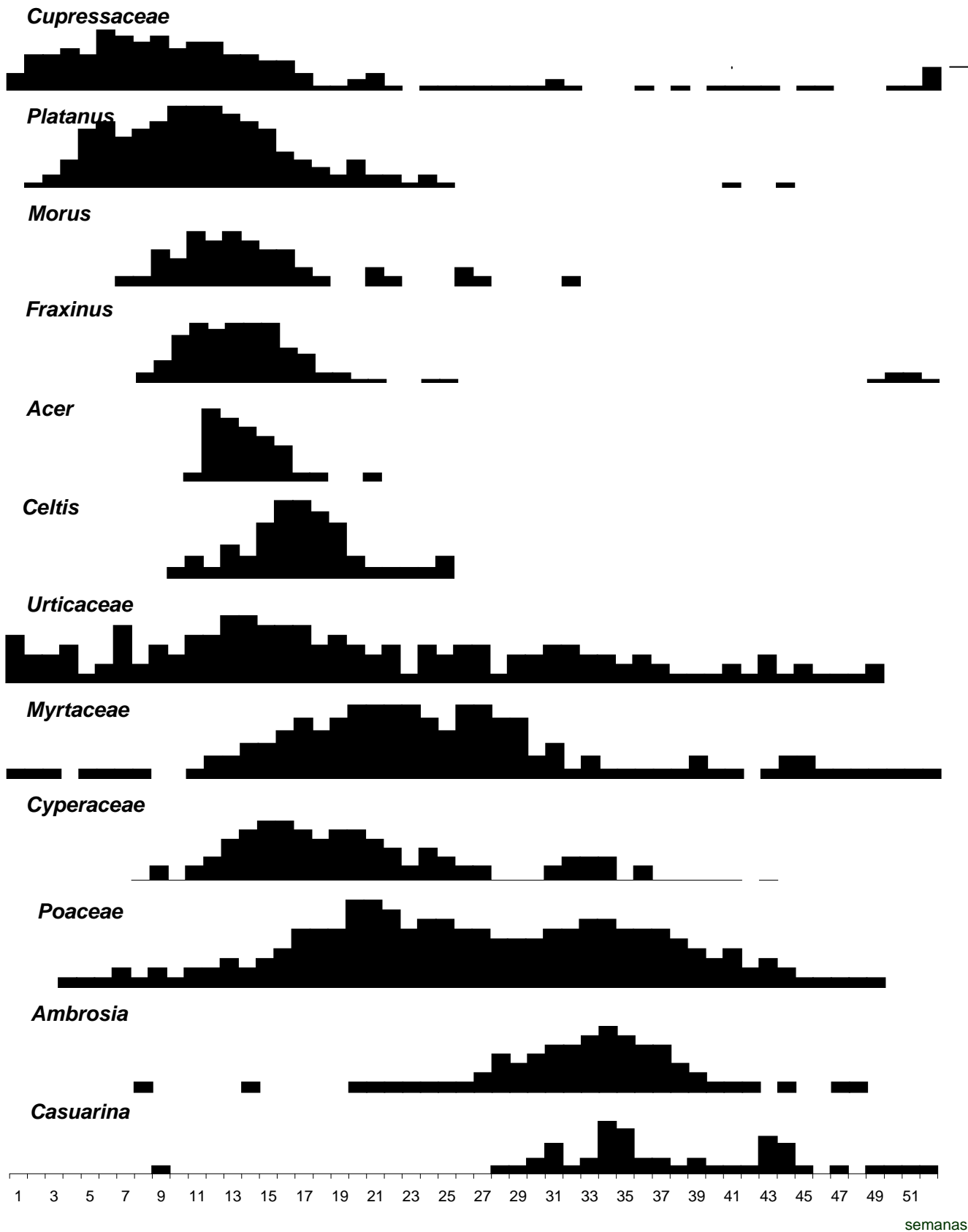
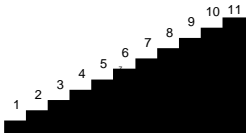


Fig. 2.13. Calendario polínico en el período Julio 98-Junio 99. Se representaron los tipos polínicos dominantes del muestreo. Las concentraciones están expresadas en sumas semanales de gr/m3 de aire.

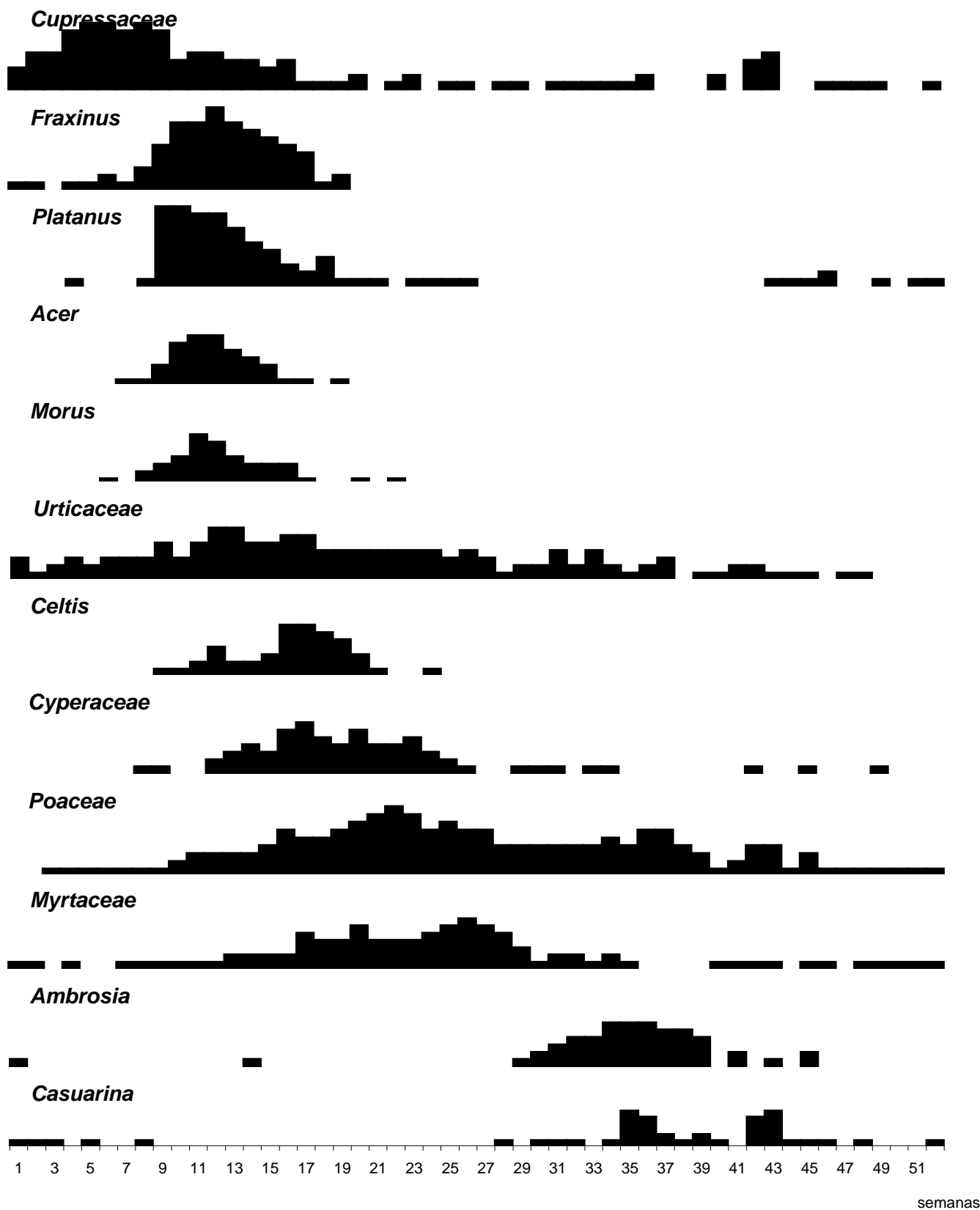


Referencias	4: 81-160	8:1221-2560
1: 1-20	5: 161-320	9: 2561-5120
2: 21-40;	6: 321-640	10: 5121-7700
3: 41-80	7: 641-1220	11: 7701-22500



semanas

Fig. 2.14. Calendario polínico en el período Julio 98-Junio 99. Se representaron los tipos polínicos dominantes del muestreo. Las concentraciones están expresadas en sumas semanales de gr/m3 de aire.



Referencias 4: 81-160 8:1221-2500  
1: 1-20 5: 161-320 9: 2501-5000  
2: 21-40; 6: 321-640 10: 5001-10000  
3: 41-80 7: 641-1220 11: 10001-20000

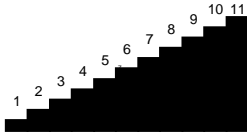


Fig. 2.15. Calendario polínico en el período Julio 99-Junio 00. Se representaron los tipos polínicos dominantes del muestreo. Las concentraciones están expresadas en sumas semanales de gr/m3 de aire.

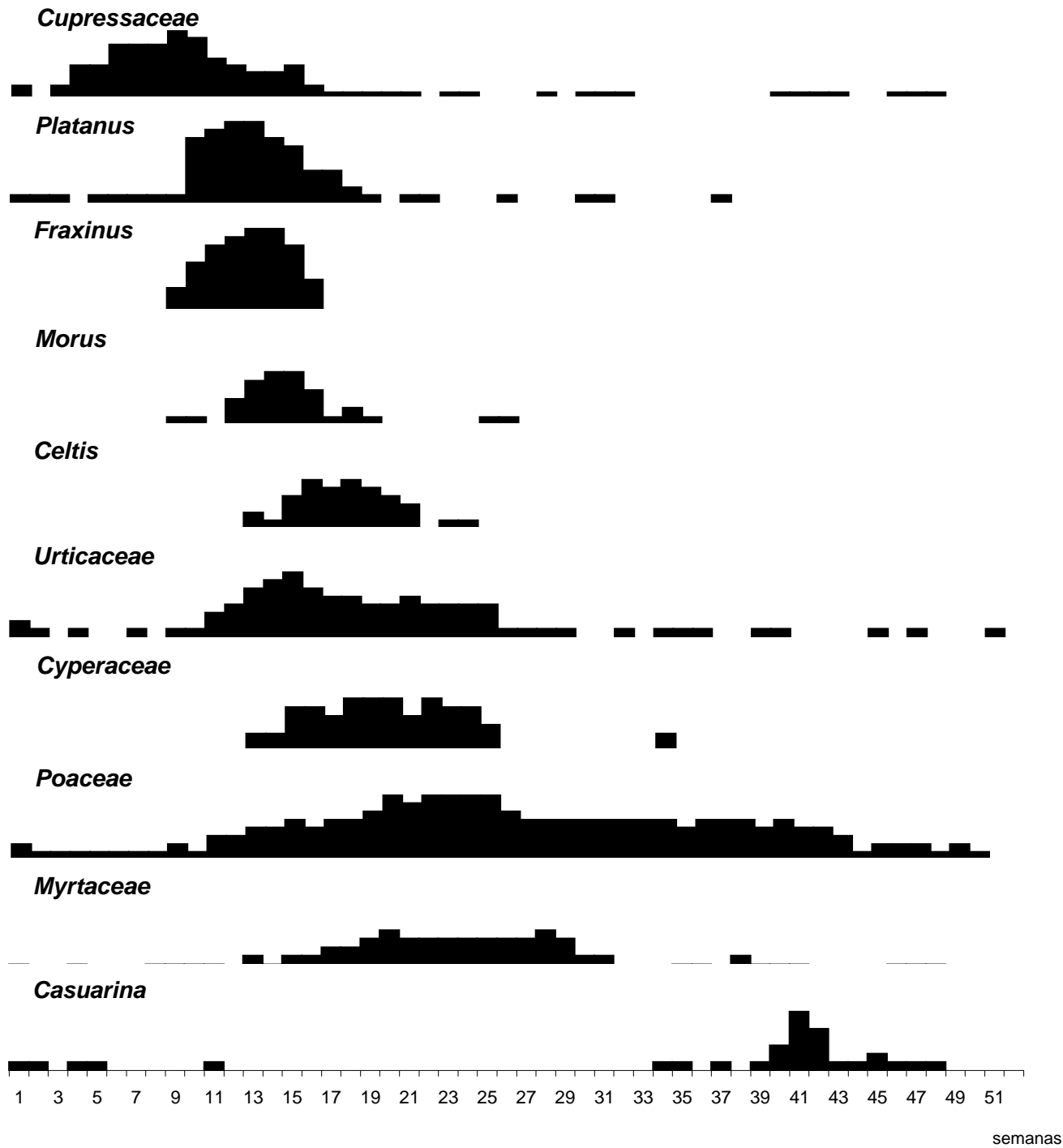


Tabla 2.16. Características particulares de cada tipo polínico en cada año de muestreo.

PP: período total de polinación. MPP: período de máxima polinación.

La primera hilera representa el período 1998/99, la segunda a1999/00 y la tercera a 2000/01.

T. polínicos	gr/m <sup>3</sup>	# días	día inicio	día fin	día máximo	máx.gr/m <sup>3</sup>	días MPP	día 5%	día 95%	PP/MPP	% ini-max
<i>Acer</i>	3474,3	68	11-9	20-11	17-9	573,5	24	17-9	10-10	44	16,8
	2509	81	18-8	6-11	12-9	270,1	33	4-9	6-10	48	42,2
	754,8	39	5-9	13-10	7-9	136,9	24	6-9	29-9	15	22,1
<i>Casuarina</i>	1990,6	174	7-1	29-6	24-2	203,5	142	27-1	17-6	32	64,1
	1850	226	11-1	24-8	23-4	292,3	81	25-2	16-5	145	93,4
	1232,1	336	19-2	31-5	13-4	580,9	67	26-3	31-5	269	69,7
<i>Celtis</i>	2893,4	107	5-9	20-12	21-10	240,5	75	7-10	20-12	64	53,1
	2652,93	102	1-9	11-12	19-10	299,7	47	21-9	6-11	55	31,4
	1864,8	75	27-9	10-12	21-10	299,7	23	8-10	30-10	52	32,9
Cupressaceae	24137,1	363	3-7	29-6	9-8	1768,6	333	25-7	11-6	30	30,0
	17582,4	363	2-7	30-6	18-8	1391,2	272	23-7	20-4	91	63,7
	18041,2	334	30-5	1-7	27-8	2889,7	66	6-8	9-10	268	55,4
Myrtaceae	4658,3	258	7-7	30-6	27-12	155,4	255	11-10	22-6	3	66,7
	4029,3	357	1-7	22-6	18-12	336,7	241	12-10	9-6	116	47,9
	1938,7	336	1-7	31-5	15-11	118,4	229	8-10	24-5	107	32,4
<i>Fraxinus</i>	33547,9	83	21-8	16-12	8-10	1846,3	37	8-9	14-10	76	87,1
	28005,3	130	1-7	7-11	17-9	2564,1	43	2-9	14-10	87	48,9
	22422	77	17-8	1-11	30-9	1964,7	32	11-9	12-10	45	67,3
<i>Morus</i>	1816,7	139	17-8	3-1	24-9	151,7	90	1-9	29-11	49	54,6
	1587,3	114	10-8	10-12	13-9	210,9	93	31-8	1-12	21	41,7
	1187,7	124	26-8	27-12	8-10	144,3	93	23-9	24-12	31	67,7
<i>Platanus</i>	58021	127	12-8	16-12	12-9	7840,3	83	1-9	22-11	74	49,5
	51648,3	151	27-7	24-11	2-9	8447,1	27	29-8	24-9	124	46,1
	27420,7	206	7-7	28-1	17-9	5279,9	51	10-9	30-10	155	40,3
<i>Ambrosia</i>	3341,1	230	12-11	29-6	8-3	284,9	133	26-1	7-6	97	65,0
	2368	124	13-1	16-5	29/2	155,4	104	2-2	16-5	20	31,1
	1487,4	207	13-10	7-5	11-3	122,1	91	15-1	15-4	116	61,2
Cyperaceae	5908,9	257	24-8	8-5	10-10	277,5	192	29-9	8-4	65	23,7
	2667,7	193	21-8	29/2	18-10	151,7	146	30-9	22-2	47	19,1
	3182	263	7-7	26-3	12-11	103,6	116	10-10	5-3	147	54,8
Poaceae	25856	335	23-7	23-6	24-11	1694,6	222	4-11	13-6	113	33,6
	14270,9	348	18-7	30-6	20-11	706,7	196	17-10	30-4	152	30,3
	15299,5	348	2-7	14-6	10-12	688,2	209	21-10	18-5	139	54,4
Urticaceae	6774,7	363	1-7	29-6	1-10	477,3	339	26-7	29-6	24	38,3
	5413,1	335	2-7	1-6	21-9	181,3	288	12-8	22-3	47	26,0
	5228,1	354	2-7	21-6	12-10	721,5	271	24-9	21-6	83	60,0

Fig. 2.17. Representación porcentual de la distribución de la concentración de polen en las horas analizadas. Banda gris clara: 1998/99. Banda blanca: 1999/00. Banda gris oscura: 2000/01.

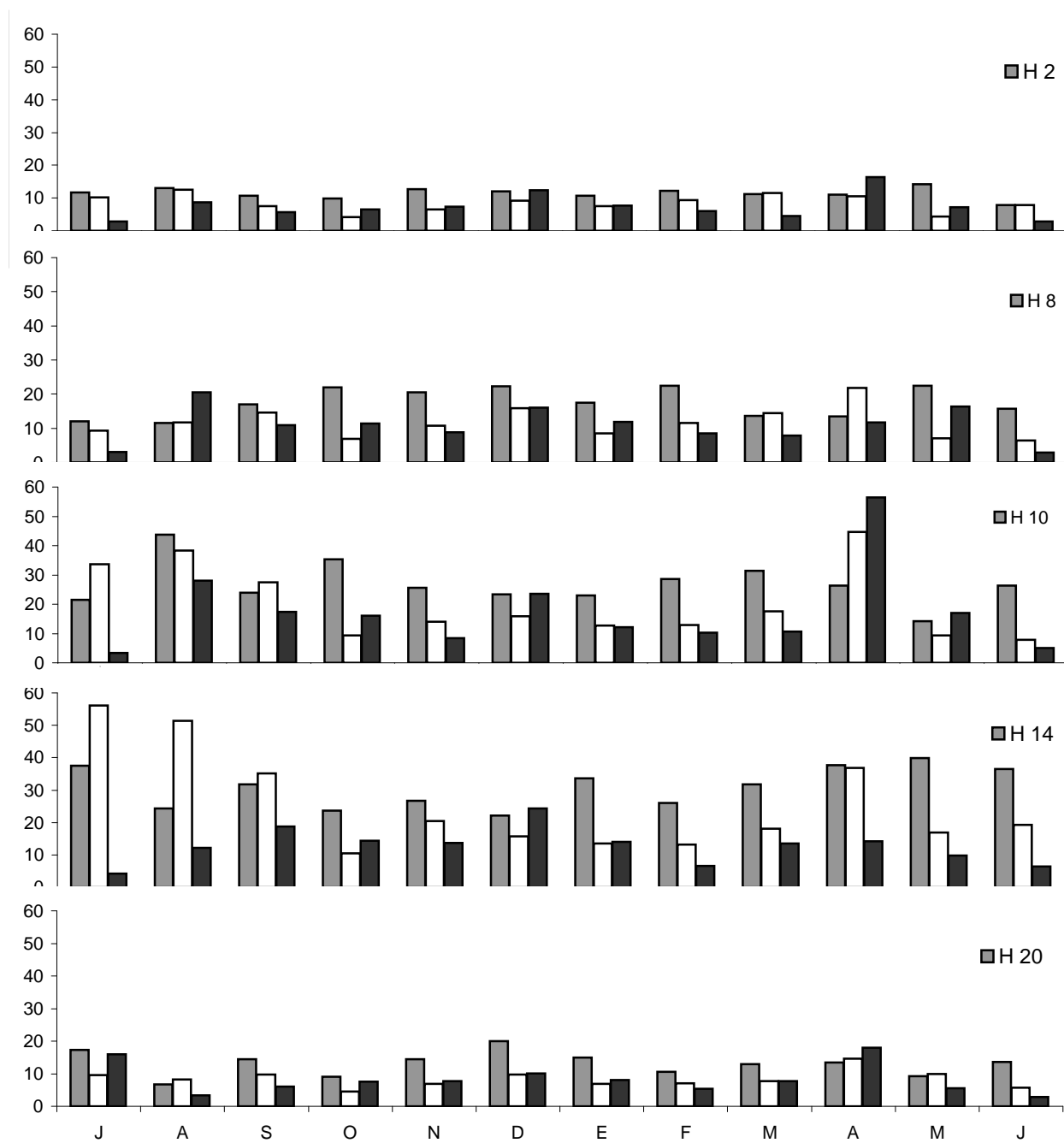


Fig. 2.18. Representación porcentual de la distribución horaria de concentración total en cada período.

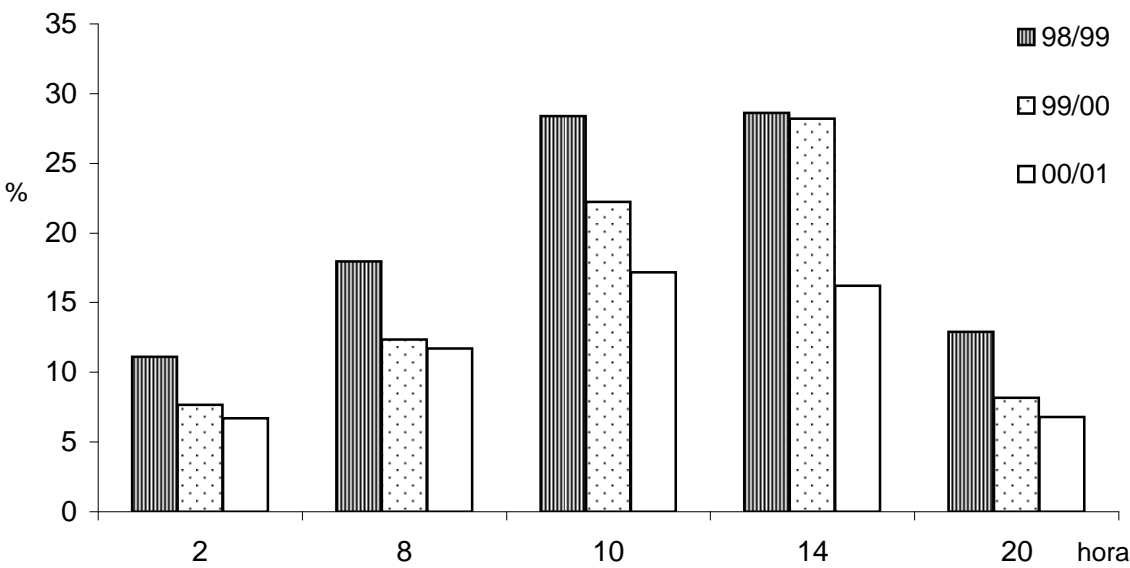


Fig. 2.19. Porcentaje de tipos polínicos arbóreos que emitieron su máxima concentración a una determinada hora.

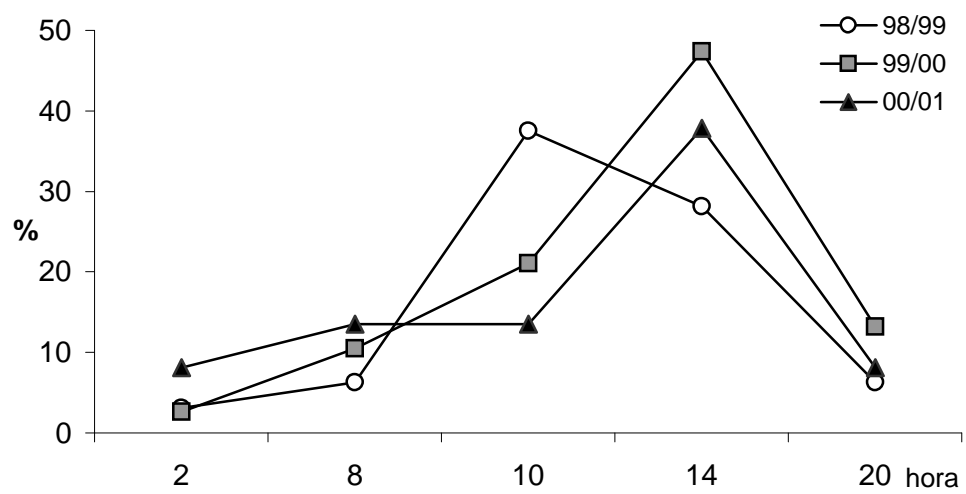




Fig. 2.20. Distribución horaria del registro polínico arboreo para cada período.

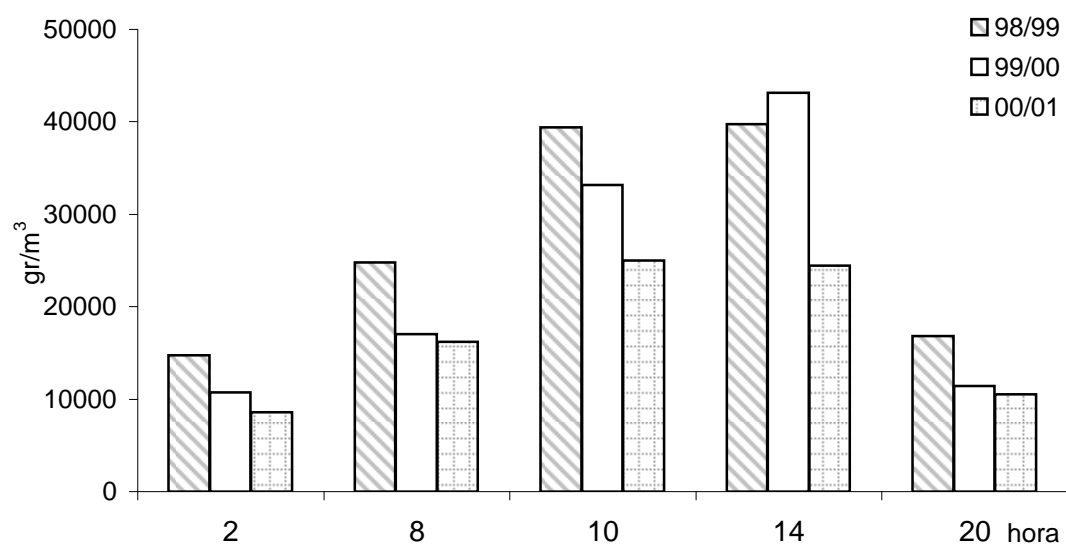


Fig. 2.21. Porcentaje de tipos polínicos herbáceos que emitieron su máxima concentración a una determinada hora.

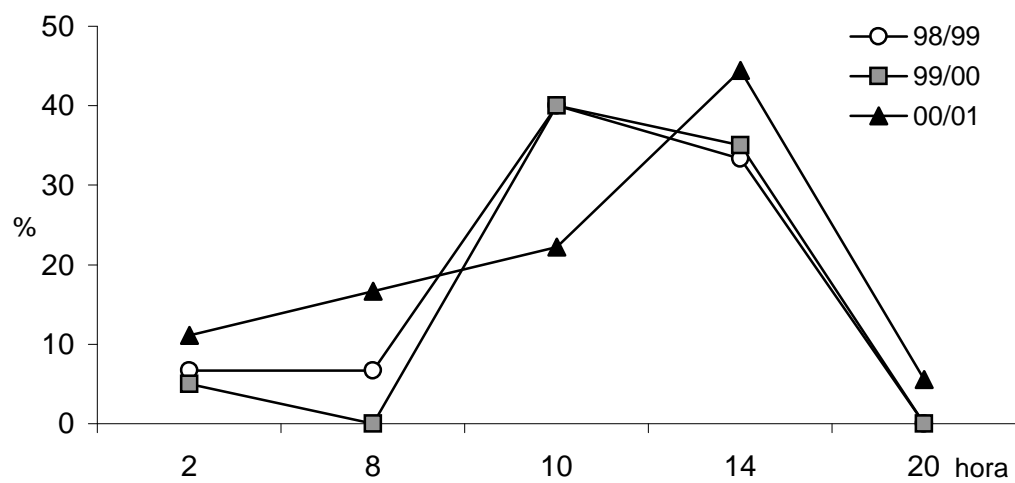


Fig. 2.22. Distribución horaria del registro polínico herbáceo.

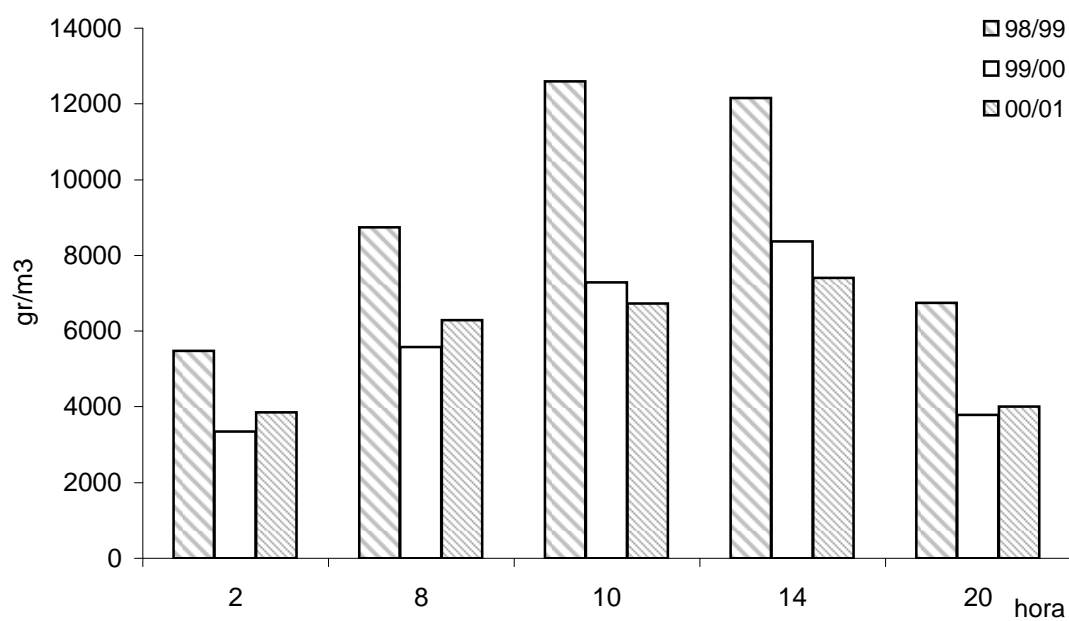


Fig. 2.23. Ritmos de emisión de polen de taxa arbóreos con IDI superior a 0.20  
El eje Y expresa los valores de concentración de polen.

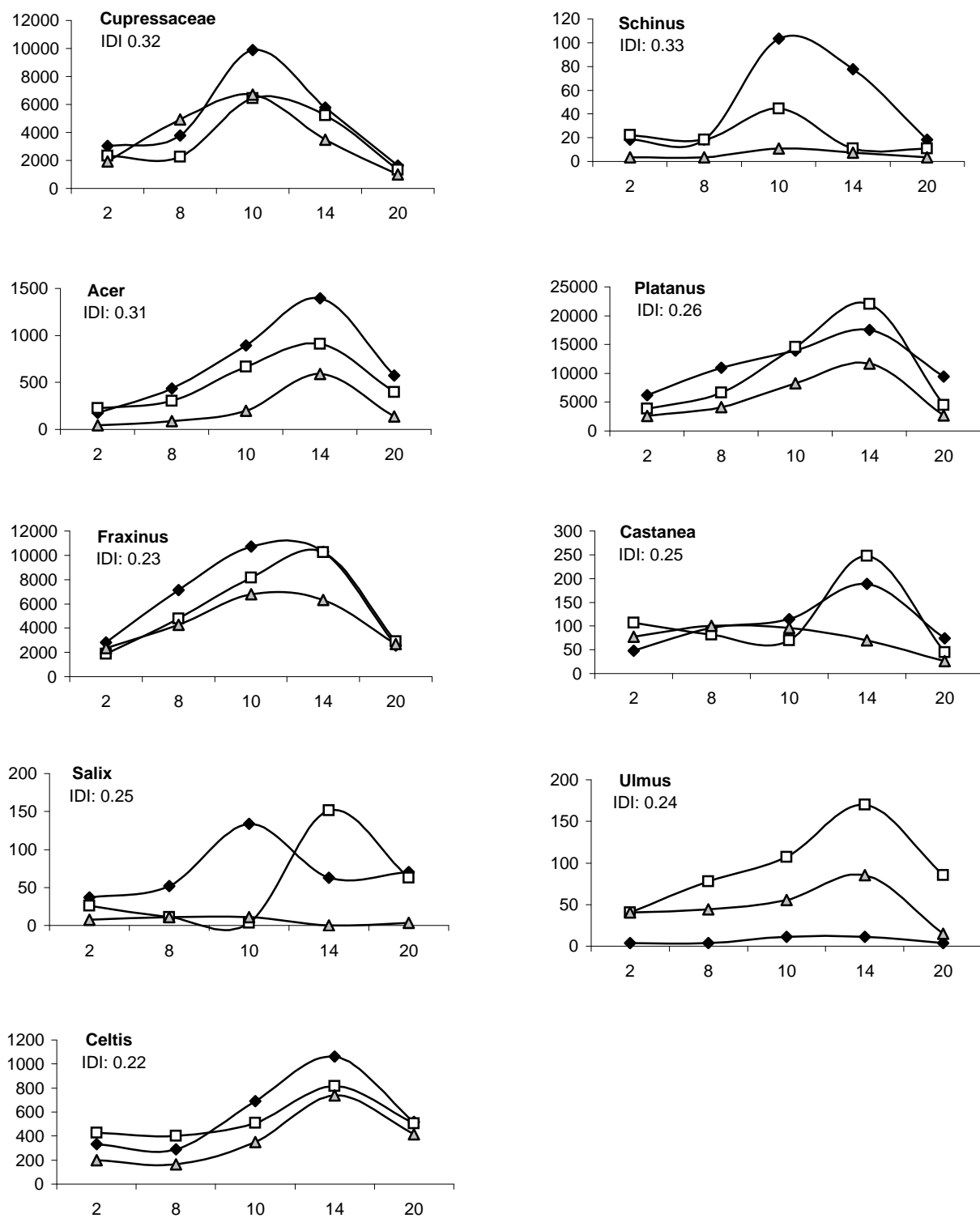


Fig. 2.24. Ritmos de emisión de polen de taxa arboreos con IDI entre 0.20 y 0.10

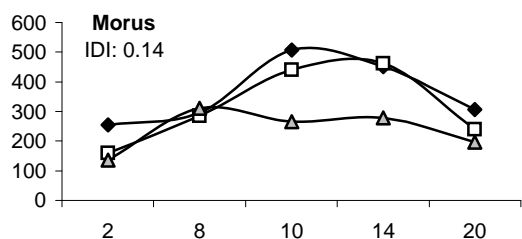
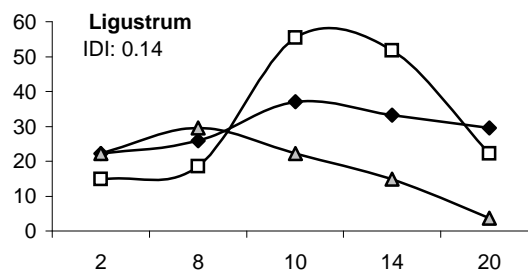
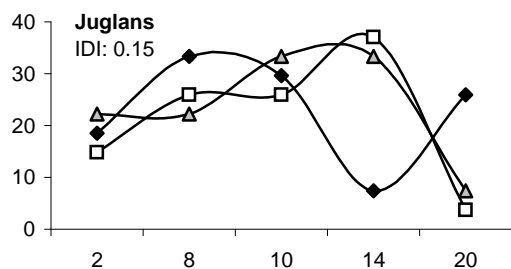
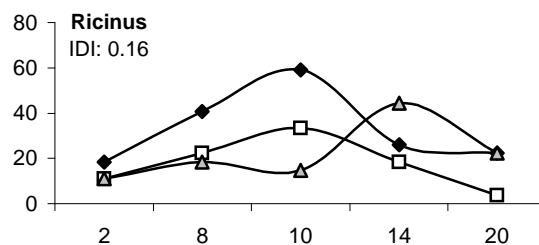
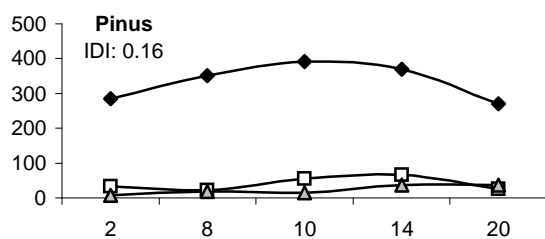
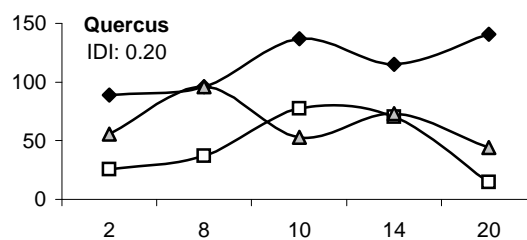
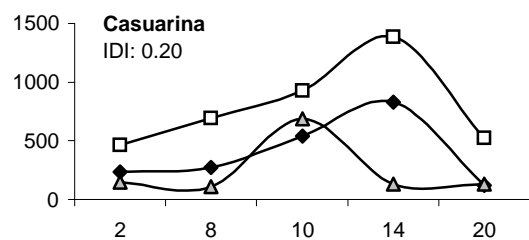


Fig. 2.25. Ritmos de emisión de poeln de taxones con IDI inferir a 0.10

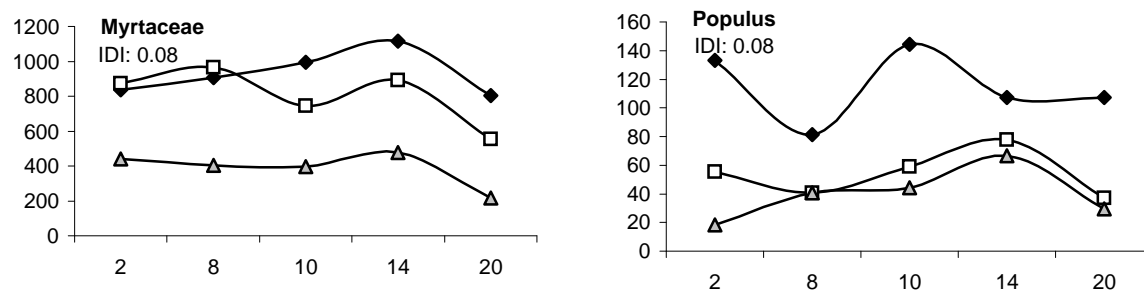


Fig. 2.26. Ritmo horario de emisión de polen de taxones herbáceos con IDI superior a 0.20

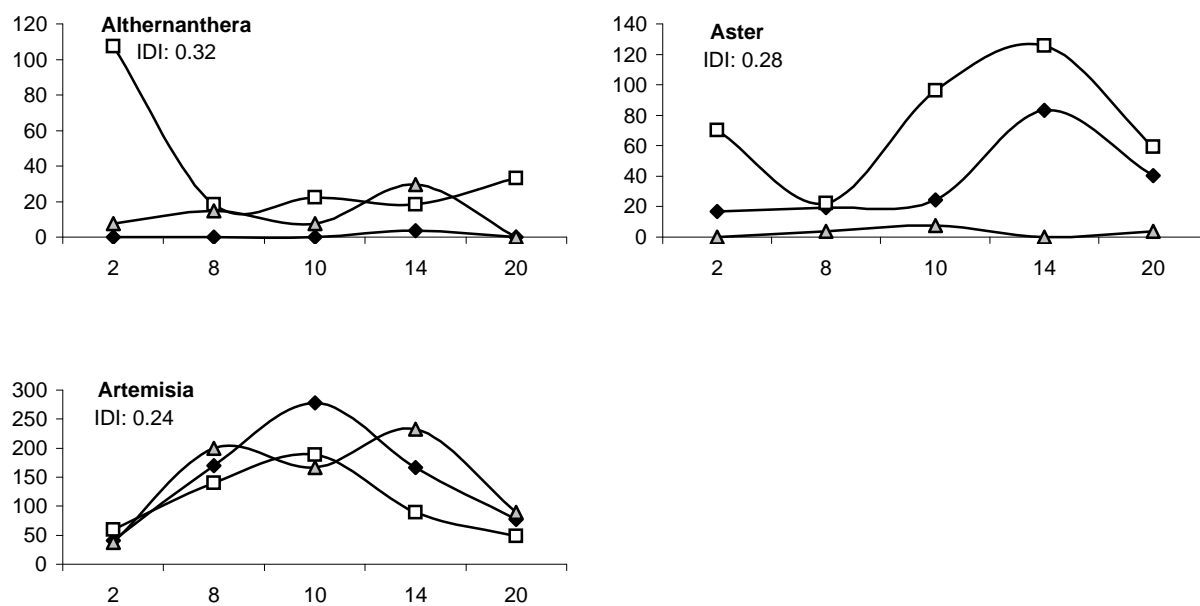
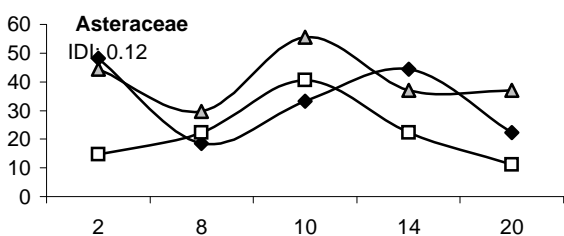
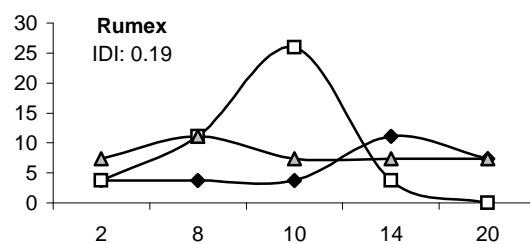
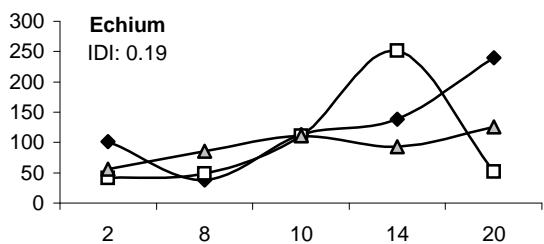
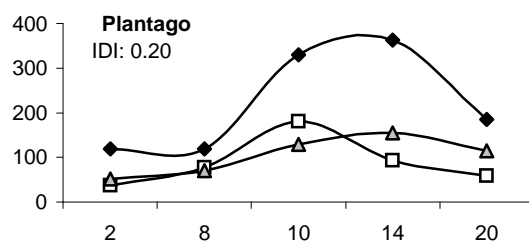
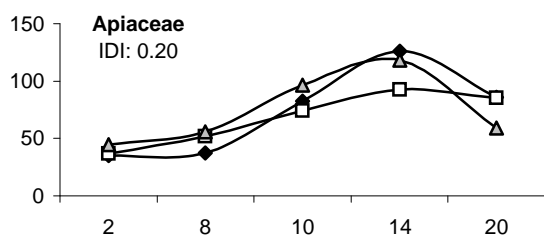


Fig. 2.27. Ritmo diario de emisión de polen de taxones con IDI entre 0.20 y 0.10.





## CAPÍTULO III

### CONCENTRACIÓN POLÍNICA Y VARIABLES METEOROLÓGICAS

#### 3.1. Análisis de datos climáticos y meteorológicos del área.

Las variables meteorológicas observaron las siguientes características generales para cada año:

En el *período 98/99*, se destacó el registro máximo medio de temperatura en el mes de febrero con 25.7° (Fig. 3.1) y la temperatura mínima media (Fig. 3.2) se registró en el mes de junio con 7.5°C. La temperatura media mostró un ciclo anual con valores entre 9.9 °C y 21.7°C (Fig. 3.3).

Las precipitaciones mensuales marcaron valores mínimos en el mes de agosto con 9.3 mm y los máximos en el mes de diciembre con 165.5 mm (Fig. 3.4).

La humedad relativa del aire varió entre valores altos mínimos de 71% en el mes de diciembre y máximos de 90% en el mes de julio (Fig. 3.5).

La velocidad del viento mensual es un parámetro que resaltó valores entre 8km/h en el mes de agosto y 11.9 km/h en el mes de diciembre. Predominó en la mayoría de los meses el viento de la dirección NE (Fig. 3.6).

En el *período 99/00*, la temperatura máxima medio estuvo dado en el mes de enero con 28.5°C (Fig. 3.1) y la temperatura mínima media en el mes de julio con 6.6°C (Fig. 3.2). La temperatura media mostró valores entre 10.2°C y 24.7°C (Fig. 3.3).

Las precipitaciones fueron abundantes durante gran parte del año. Los mínimos registros fueron en el mes de octubre con 18.4°C y los máximos en los meses de marzo y mayo con 356 mm y 334 mm respectivamente (Fig. 3.4).

La humedad relativa del aire registró valores altos durante todo el año, entre 72% en el mes de diciembre a 94.7% en el mes de junio (Fig. 3.5).

La velocidad del viento varió entre valores de 7.5 km/h en el mes de abril y 11.9 km/h en el mes de noviembre (Fig. 3.6). Predominó la dirección NE y SE.

En el *período 00/01*, los registros de temperatura media máxima fueron en el mes de diciembre con 25.9°C (Fig. 3.1) y las medias mínimas se registraron en el mes de julio con 5.6°C (Fig. 3.2). Los valores de temperatura media fueron entre 8.4°C y 24.1°C (Fig. 3.3.).

Las precipitaciones variaron entre 30.4 mm en el mes de abril y 279 mm en el mes de marzo (Fig. 3.4)

La humedad relativa registró valores elevados en todos los meses con registros de 75.4% en el mes de diciembre y 94.3% en el mes de junio (Fig. 3.5).

Los valores de velocidad del viento fueron de 7.9 km/h en el mes de enero a 11.4 km/h en el mes de octubre. La dirección predominante en este año fue del SW y N (Fig. 3.6).

Debe considerarse que los registros meteorológicos correspondieron a datos de la ciudad en general, dado que la estación meteorológica no se halló en el lugar muestreo. Este sitio, hay que recordar se ubicó en un área céntrica, rodeado por edificación de altura variable, con cruces de calles que determinan un microclima y un sistema de turbulencia propio de ese punto específico dentro del área. A esto hay que

considerar todo el sistema de tránsito urbano que potenció y modificó las condiciones de la atmósfera.

### 3.2. Análisis estacional de las variables

La tabla 3.7 destacó en los registros de *invierno* que las temperaturas máximas medias fueron durante 98/99 de 14.6°C, en 99/00 de 15.6°C y en 00/01 de 14.3°C. En cambio las temperaturas mínimas medias fueron en 98/99 de 10.1°C, en 99/00 de 8.4°C y en 00/01 más inferiores con 7.7°C.

Las precipitaciones en 98/99 fueron de 52.2 mm, en 99/00 fueron las más elevadas con 92.3 mm y en 00/01 observaron una disminución alcanzando los 80.2 mm.

La humedad relativa en el invierno registró valores muy homogéneos en los tres períodos con 83.9%, 84.1% y 85.9%.

La velocidad del viento fue durante 98/99 de 9.1 km/h, en 99/00 de 11.2 km/h y en 00/01 de 10 km/m.

En la estación climática de *primavera* (Tabla 3.7) las temperaturas máximas fueron de 23°C para cada uno de los períodos, las temperaturas mínimas durante 98/99 fueron de 14.4°C, en 99/00 de 15.1°C y en 00/01 de 15.4°C.

Las precipitaciones en el período 98/99 fueron las más elevadas con 98.5 mm, en cambio en el período 99/00 fueron de solamente 44.1 mm. Durante 00/01 fueron nuevamente elevadas con 93.1 mm.

Los registros de humedad relativa observaron valores para cada período de 74.7%, 78.5% y 80.7% respectivamente.

Los valores de velocidad del viento fueron muy similares entre los años con 11.1km/h, 11.4km/h y 10.6km/h.

En la estación de *verano*, (Tabla 3.7) las temperaturas máximas medias fueron en 98/99 de 25.2°C, en 99/00 de 26.9°C y en 00/01 de 23.3°C. Las temperaturas mínimas medias por el contrario observaron durante 98/99 18°C, en 99/00 19.1°C y en 00/01 23.2°C.

Las precipitaciones fueron para 98/99 de 67.9 mm, en cambio para los períodos 99/00 y 00/01 fueron muy elevadas con registros de 175.4 mm y 177.3 mm.

Los registros de humedad relativa observaron valores en 98/99 de 77.8%, en 99/00 de 76.8% y en 00/01 de 85.6%.

Los valores de velocidad del viento fueron muy similares durante 98/99 y 99/00 con 10.5 km/h y 10.4 km/h respectivamente.

En la estación del *otoño*, (Tabla 3.7) las temperaturas medias máximas para los períodos fueron de 16.6°C, 17.5°C y levemente inferiores en el último período con 13.8°C. Por su parte las temperaturas mínimas fueron en 98/99 las más inferiores con 9.8°C, en 99/00 fueron de 11.6°C y en 00/01 de 13.7°C.

Los registros de precipitaciones fueron variables para cada período. El primero registró 93.1 mm, el segundo alcanzó a 196.7 mm y en el tercero fueron de 61.4 mm.

Los valores de humedad relativa fueron en 98/99 de 76.1%, para 99/00 de 93.5% y para 00/01 de 90.5%.

La velocidad del viento mostró para 98/99 el valor de 9.6 km/h, para 99/00 8.7 km/h y para 00/01 8.5 km/h.

### 3.3. Correlación entre concentración polínica y variables meteorológicas

La correlación entre los parámetros meteorológicos y la concentración anual (n=12) de polen herbáceo (NAP) mostró particularidades para cada uno de los años estudiados (Tabla 3.8).

Así en el período 98/99, se observaron correlaciones positivas con las temperaturas (medias, máximas y mínimas), las precipitaciones y la velocidad del viento. Las correlaciones fueron significativas ( $p < 0.05$ ) entre polen herbáceo y las temperaturas medias máximas ( $r = 0.64$ ), temperatura media ( $r = 0.63$ ) y temperatura media mínima ( $r = 0.59$ ) respectivamente. La correlación entre polen herbáceo y humedad relativa fue negativa ( $r = -0.33$ ).

En el período 99/00, el polen herbáceo mostró correlaciones positivas con las temperaturas (medias, máximas y mínimas) y la velocidad del viento. La correlación entre polen herbáceo fue negativa con precipitaciones ( $r = -0.2$ ) y humedad relativa, ( $r = -0.56$ ), sin embargo dichas correlaciones en ningún caso fueron significativas.

En el año período 00/01, se observaron correlaciones positivas entre polen herbáceo y las temperaturas (medias, máximas y mínimas), precipitaciones y velocidad del viento. La correlación entre estos factores solo fue positiva y significativa ( $p < 0.01$ ) con la temperatura media máxima ( $r = 0.738$ ) y negativa ( $p < 0.05$ ) con la humedad relativa ( $r = -0.63$ ).

La correlación entre la concentración anual (n=12) de polen arbóreo (AP) y los parámetros meteorológicos tuvo en el período estudiado, similares características. Así la concentración de polen arbóreo (AP) mostró correlación negativamente con las temperaturas (medias, máximas y mínimas), los valores de precipitaciones y los de

humedad relativa. Por el contrario, la concentración de polen arbóreo y la velocidad del viento tuvieron valores de correlación positivos.

El grupo polínico arbóreo (AP) no mostró correlaciones significativas con los parámetros meteorológicos analizados en los tres períodos. Así el comportamiento del polen analizado por la ecuación de regresión no sería suficiente para explicar el aumento de concentración del AP en la atmósfera a partir de estas variables meteorológicas. Dicha asociación no indica ausencia de relación entre variables sino que tal vez la escala mensual que se ha considerado no alcanza un valor mensurable para este grupo polínico y ello se refleja en el  $R^2$  de la temperatura que es 6% en 98/99, 9% en 99/00 y de 7% en 00/01. Es importante mencionar que los árboles comienzan a florecer a fines del invierno y cuando las temperaturas son máximas (diciembre-enero-febrero) no hay prácticamente árboles (AP) anemófilos en flor.

Fig. 3.1. Temperaturas medias máximas mensuales para cada período.

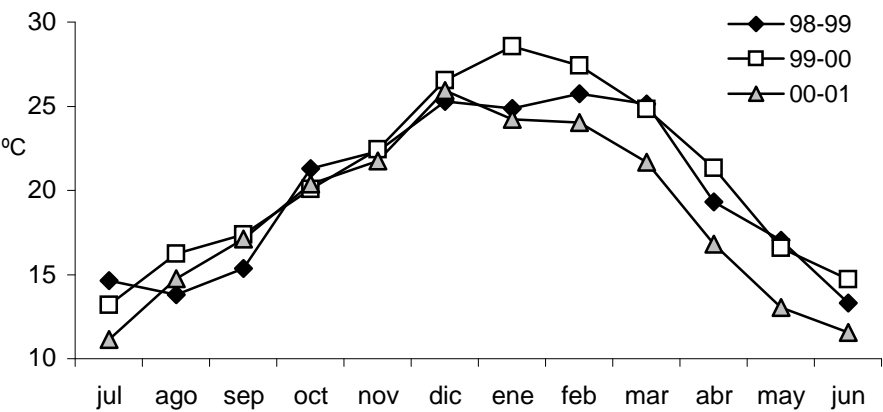


Fig. 3.2. Temperaturas medias mínimas mensuales para cada período.

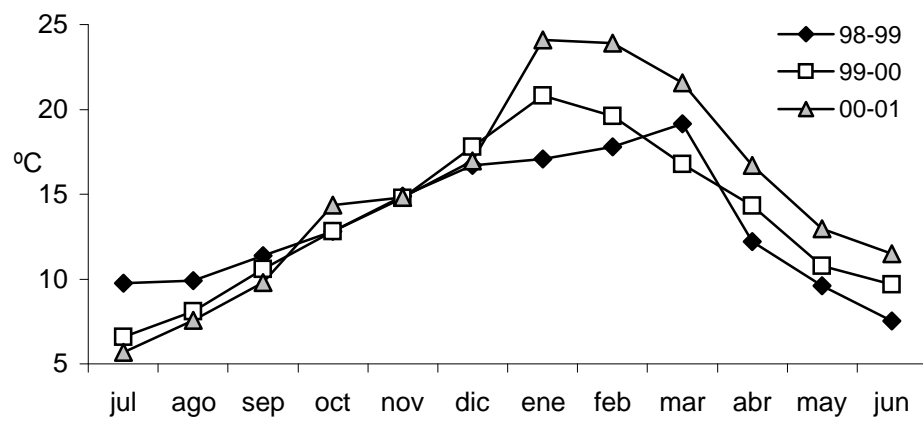




Fig. 3.3. Temperaturas media mensuales para en intervalo analizado.

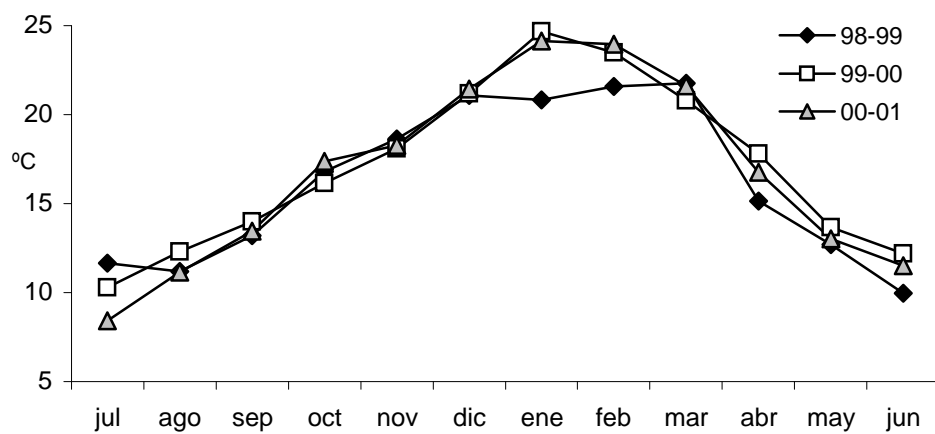


Fig. 3.4. Distribución mensual de las precipitaciones para cada período anual.

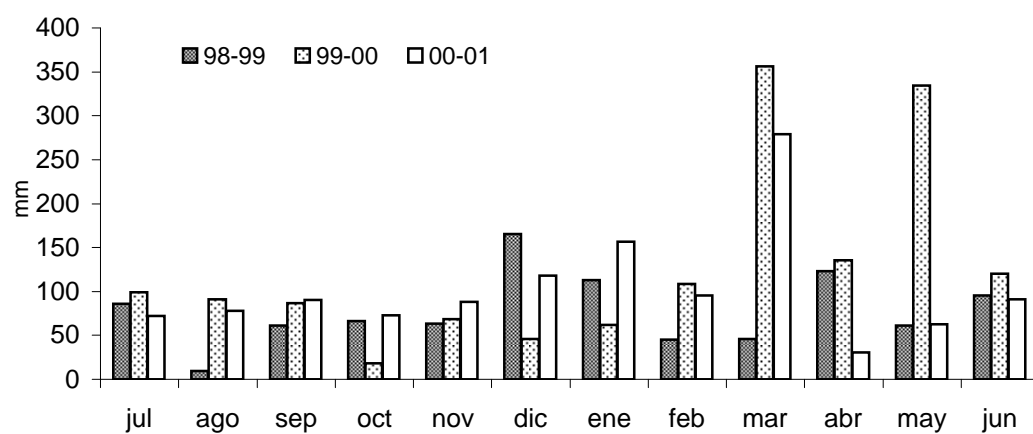


Fig. 3.5. Porcentaje de humedad relativa media mensual en cada período anual.

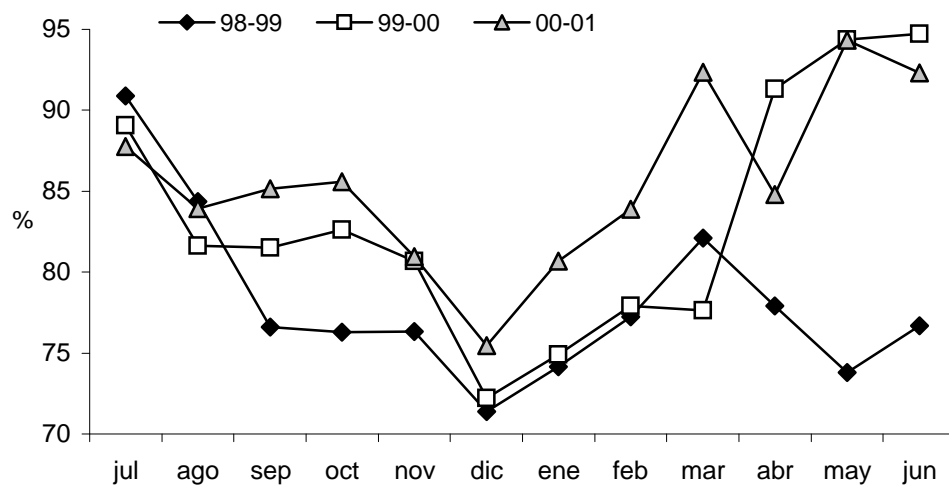


Fig. 3.6. Gráfica de frecuencia anual de la dirección de los vientos expresada en porcentaje.  
Entre paréntesis, debajo de cada período se indica la frecuencia de las calmas para cada período.

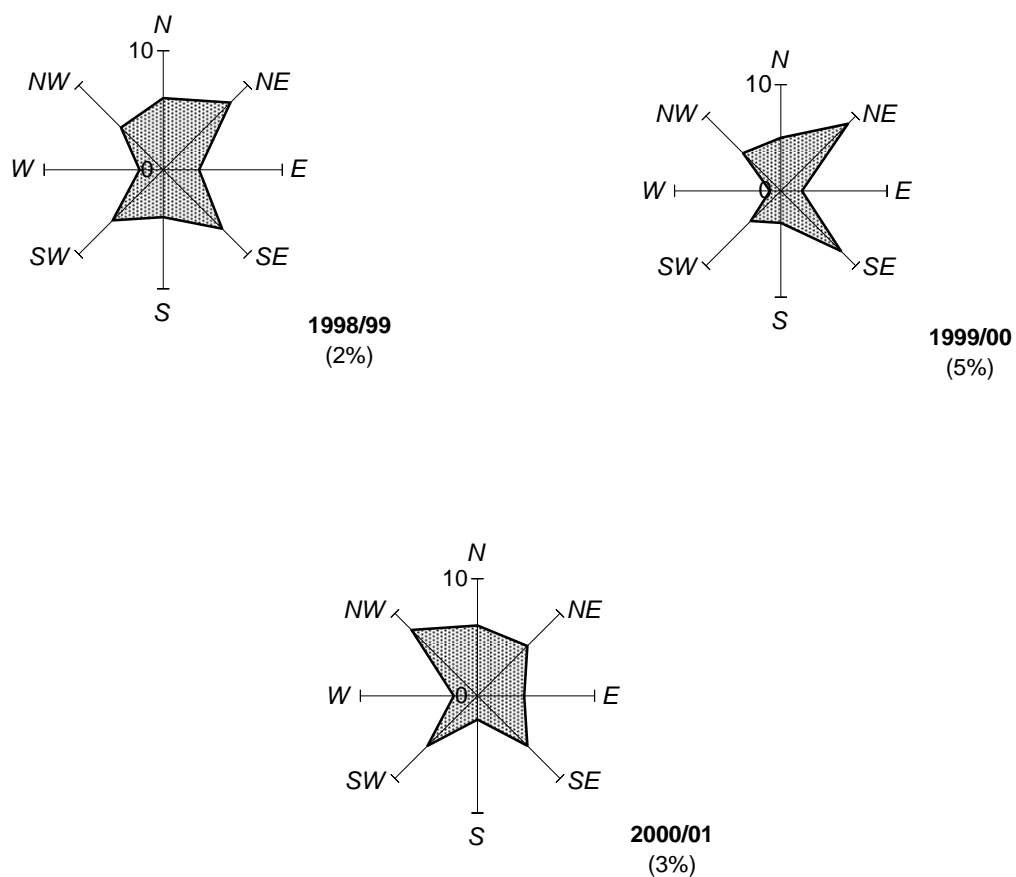


Tabla 3.7. Análisis estacional de los principales parámetros atmosféricos.

La primera línea de cada período estacional corresponde al intervalo 98-99. La segunda al intervalo 99-00 y la tercera al intervalo 00-01.

<i>Estaciones/ variables</i>	<i>Temperatura media máxima</i>	<i>Temperatura media mínima</i>	<i>Precipitaciones</i>	<i>Humedad relativa</i>	<i>Velocidad viento</i>
<i>Invierno</i>	14,6	10,1	52,2	83,9	9,1
	15,6	8,4	92,3	84,1	11,2
	14,3	7,7	80,2	85,6	10,0
<i>Primavera</i>	23,0	14,4	98,5	74,7	11,1
	23,0	15,1	44,1	78,5	11,4
	22,7	15,4	93,1	80,7	10,6
<i>Verano</i>	25,2	18,0	67,9	77,8	10,5
	26,9	19,1	175,4	76,8	10,4
	23,3	23,2	177,3	85,6	8,6
<i>Otoño</i>	16,6	9,8	93,1	76,1	9,6
	17,5	11,6	196,7	93,5	8,7
	13,8	13,7	61,4	90,5	8,5

Tabla 3.8. Análisis de correlación entre las variables meteorológicas y la concentración polínica arbórea (AP) y herbácea (NAP) para cada año.

$r$  = coeficiente de correlación

nivel de significación  $p < 0.05^*$  ;  $p < 0.01^{**}$

$r^2$  = coeficiente de determinación

( $n = 12$ )

			<i>T media</i>	<i>T media máxima</i>	<i>T media mínima</i>	<i>Ppt</i>	<i>Humedad relativa</i>	<i>Velocidad viento</i>
<b>98/99</b>	<i>AP.</i>	$r$	-0,26	-0,32	-0,21	-0,24	-0,04	0,23
		$r^2$	0,067	0,102	0,044	0,057	0,001	0,052
	<i>NAP</i>	$r$	0,64*	0,63*	0,59*	0,11	-0,33	0,55
		$r^2$	0,409	0,396	0,348	0,012	0,108	0,302
<b>99/00</b>	<i>AP</i>	$r$	-0,3	-0,28	-0,31	-0,19	-0,09	0,34
		$r^2$	0,09	0,078	0,096	0,036	0,008	0,115
	<i>NAP</i>	$r$	0,4	0,47	0,41	-0,2	-0,56	0,44
		$r^2$	0,16	0,22	0,168	0,04	0,313	0,193
<b>00/01</b>	<i>AP</i>	$r$	-0,26	-0,105	-0,376	-0,143	-0,071	0,279
		$r^2$	0,07	0,011	0,141	0,02	0,005	0,077
	<i>NAP</i>	$r$	0,54	0,73**	0,31	0,2	-0,63*	0,49
		$r^2$	0,292	0,544	0,101	0,043	0,396	0,246

## CAPÍTULO IV

### RELACIÓN ENTRE LA REPRESENTACIÓN POLÍNICA Y LA VEGETACIÓN

#### 4.1. Análisis del registro de vegetación y de polen

La vegetación arbórea anemófila fue estable en todo el período estudiado. A partir de ello, se analizó cuan estrecha fue la relación entre la vegetación y el registro de polen de la atmósfera.

Los datos obtenidos del censo realizado en el área cercana al muestreador mostraron que, 24 taxones censados estuvieron presentes en el registro de polen y 27 taxones censados no estuvieron representados en el registro de polen en ningún período. Por otra parte, 11 tipos polínicos presentes en la nube provinieron de fuentes emisoras no censadas en el área.

El primer grupo de taxa censados, presentes en la atmósfera, estuvo integrado por 24 taxones con diversa categoría taxonómica. Estos taxones representaron a 3090 ejemplares, de los cuales 2595 ejemplares (84%) fueron de polinización anemófila y los restante 495 ejemplares (16%) de polinización entomófila. Los principales taxones que integraron este grupo fueron, *Fraxinus pennsylvanica* con 1025 ejemplares (32.4%), *Platanus acerifolia* con 820 ejemplares (23.3%), *Tilia moltkei* con 420 ejemplares (13.3%), Cupressaceae con 131 ejemplares (4.14%), *Acer negundo* con 294 ejemplares (3.1%) y *Cedrus* spp. con 59 ejemplares (1.92%), *Celtis australis* con 54 ejemplares (1.71%), *Aesculus hippocastanum* con 45 ejemplares (1.42%) y *Ulmus* spp con 34 (1.04%).

Otros taxones que integraron este grupo cuya representación en la vegetación fue inferior al 1% fueron; *Jacaranda mimosifolia*, *Populus deltoides*, *Robinia pseudoacacia*, *Morus alba*, *Pinus* spp., *Phoenix* sp., *Juglans australis*, *Ligustrum lucidum*, *Quercus robur*, *Salix humboldtiana*, *Ricinus communis*, *Liquidambar styraciflua*, *Persea americana*, *Betula pendula* y *Alnus acuminata*, que se detallan en la Tabla 4.1 y Censos (Cap. I).

El segundo grupo, taxa censados ausentes en la nube de polen estuvo integrado por 27 taxones con diversa categoría taxonómica. Estos taxones incluyeron a 328 ejemplares, de los cuales el 85.7% (281 ejemplares) fueron de polinización entomófila y el 14.3% (47 ejemplares) de polinización anemófila.

Los principales taxones fueron, *Tipuana tipu* representado por 56 ejemplares (1.7%), *Magnolia grandiflora* con 39 ejemplares (1.2%) y *Citrus aurantium* con 34 ejemplares (1%).

Otros taxones que integraron este grupo cuya representación en la vegetación fue inferior al 1% fueron; *Styphnolobium japonica*, *Hovenia dulcis*, *Prunus cerasifera*, *Erythrina crista-galli*, *Gleditsia triacanthos*, *Ailanthus altissima*, *Araucaria* sp., *Lagerstroemia indica*, *Bauhinia forficata* subsp. *pruinosa*, *Syagrus* sp., *Sterculia platanifolia*, *Ficus elastica*, *Chorisia insignis*, *Cryptomeria japonica*, *Feijoa sellowiana*, *Brachychiton populneum*, *Melia azederach*, *Livistona chinensis*, *Abies alba*, *Cinnamomum glanduliferum*, *Eriobotrya japonica*, *Grevillea robusta*, *Hibiscus mutabilis* y *Phytolacca dioica*.



Se establecieron, 11 tipos polínicos representados en el registro de polen de la atmósfera de los tres años pero no en la vegetación urbana del área analizada (Tabla 4.1). De ellos, *Calliandra*, *Casuarina*, *Castanea*, *Mimosa*, *Schinus*, *Strelitzia* y *Myrtaceae*, se hallaron próximos al área analizada. Los tipos polínicos *Olea*, *Juncus* y *Ephedra* fueron provenientes de una vegetación extralocal (de 20 m a 2 km) y el tipo polínico *Nothofagus* proveniente de una vegetación extraregional (aquella ubicada a mas de 200 km).

#### 4.2. Análisis de la representatividad de los taxones

Se realizó el índice de representatividad con los 24 taxones que se hallaron en la vegetación (V) y en el registro de polen (P).

Se determinaron 18 taxones en la categoría “subrepresentados” ( $V/P > 1.26$ ) en el área, los cuales mostraron un número relativamente alto de individuos en la vegetación respecto del registro de concentración de polen.

El índice máximo de representatividad  $V/P$  correspondió a *Aesculus* sp. con 355, le siguió *Tilia* sp. con 332.5, *Jacaranda* sp. con 237, *Robinia* sp. con 100, *Cedrus* spp. con 62.3, *Betula* sp. con 30, *Liquidambar* sp. con 22, *Ulmus* spp., con 6.3, *Pinus* spp. con 4.2, *Juglans* spp. y *Ligustrum* sp. con 2.7, *Populus* sp. con 2.6, *Acer* sp. con 1.9, *Phoenix* spp. con 1.7, y el mínimo estuvo representado por *Fraxinus* spp. y *Salix* sp. con 1.6 (Fig. 4.2).

De ellos, 6 taxones poseen características entomófilas y 12 taxones características anemófilas.

La categoría “equirepresentados” ( $V/P > 0.77$  y  $< 1.26$ ) representó el 12.5% de los 24 taxones analizados. Este grupo muestra a aquellos taxones que

presentaron una cierta relación proporcional entre el número de ejemplares en el área y los registros de concentración de polen de dichos taxones en la atmósfera.

Se incluyó a *Celtis* sp. con 0.9, *Quercus* sp. con 0.8 y *Morus* sp. con 0.78, (Fig. 4.2).

La categoría “sobrerepresentados” (V/P <0.77) representó el 12.5% y quedaron incluidos aquellos taxones cuya concentración de polen fue muy elevada respecto al número de ejemplares de la vegetación. Ello se pudo deber principalmente a una abundante productividad o a una cercanía de las fuentes emisoras. Incluyó a 3 taxones, *Platanus* sp. con 0.7, *Ricinus* sp. con 0.5 y Cupressaceae con 0.3 (Fig. 4.2).

#### 4.3. Distancia de la fuente emisora

Se analizó el ritmo diario y grado de emisión de polen de aquellos taxones a los que previamente se les aplicó el Índice de representatividad. El objetivo fue caracterizar su presencia en la atmósfera e inferir cuan lejos estuvo la fuente emisora respecto del muestreador. El análisis se llevó a cabo con los datos obtenidos del Índice Diario Intradiurno (IDI).

De los 23 taxones se tuvieron en cuenta 22 dado que *Aesculus hippocastanum* se registró en una sola banda horaria, a las 14:00 y durante el período 99-00.

El IDI estimado permitió separar a los taxones en tres grupos, los que registraron un mayor coeficiente (IDI mayor a 0.20) que representó a 15 taxones, aquellos con un coeficiente intermedio (IDI entre 0.20 y 0.10) con 6 taxones y con un coeficiente bajo (IDI inferior a 0.10) con 1 taxón.

El primer grupo (IDI mayor a 0.20) estuvo integrado por *Persea* sp. (0.35), *Betula* sp. (0.33), *Robinia* sp. (0.33), Cupressaceae (0.32), *Acer* sp. (0.31), *Jacaranda* sp. (0.29), *Liquidambar* sp. (0.29), *Platanus* sp. (0.26), *Salix* sp. (0.25), *Ulmus* spp. (0.24), *Tilia* sp. (0.24), *Fraxinus* spp. (0.23), *Cedrus* spp. (0.25), *Celtis* sp. (0.22) y *Quercus* sp. (0.21) (Fig. 4.3 y Cap. II, Fig. 2.24, 2.25 y 2.26 ).

Los taxones entomófilos *Persea* sp. y *Robinia* sp. presentaron los valores máximos del índice. *Persea americana* se registró los tres años con 0.35, en cambio *Robinia pseudoacacia* se registraron solamente en dos períodos (98/99 y 99/00) con 0.33, lo que indicó que sus fuentes de emisión se encontrarían muy próximas (Fig. 4.3).

Analizando los datos de emisión horario de estos tres taxones se observó que los máximos registros para una hora determinada del día no superaron los 11.1gr/m<sup>3</sup> . Los valores máximos de concentración se registraron a las 20:00 para *Persea* sp. y a las 14:00 para *Betula* sp. y *Robinia* sp. en los tres años de muestreo.

Del grupo de los anemófilos se destacan los análisis de:

Cupressaceae y *Acer* sp. fueron taxones con características anemófilas con registros máximos de IDI que superaron los 0.30. Ambos registraron una hora de emisión de polen destacada en el día (Cap. II, Fig. 2.24.).

En el caso de Cupressaceae el registro de emisión se observó desde las primeras horas del día y aumentó su concentración hacia media mañana donde observa su máximo a las 10:00. Los valores de emisión de polen descendieron significativamente hacia las últimas horas del día. Esto hizo pensar que además de la fuente emisora próxima, los granos de polen fueron liberados en las primeras

horas del día favorecidos por la insolación, aumento de temperatura y disminución de la humedad relativa.

En *Acer negundo*, el registro de polen aumentó a partir de la mañana hasta las 14:00 donde se observó en los tres períodos la máxima emisión de polen (Cap. II, Fig. 2.24).

*Jacaranda mimosifolia* fue un ejemplo a destacar, presentó un IDI = 0.31 que corroboraría la cercanía, en este caso, fue de metros del muestreador y por ello podría registrar su máxima emisión a las 08:00. Consideremos que este es un taxón entomófilo que florece hacia el verano por lo que las primeras horas de sol le serían suficientes para determinar la antesis (Fig. 4.3).

*Platanus acerifolia* (IDI = 0.26), se halló distribuido ampliamente en el área y los valores de concentración así lo demuestran durante todas las horas analizadas. El máximo de emisión fue hacia las 14:00 en todos los períodos (Cap. II, Fig. 2.24).

Otro caso fue el de *Tilia moltkei*. (IDI = 0.24). Su máximo aporte de polen se registró hacia las 20:00 lo que indicaría la dificultad del transporte dada sus propiedades de entomofilia y escasez de granos de polen en la atmósfera, ya que su presencia en la vegetación es muy importante (Fig. 4.3).

*Fraxinus* spp. (IDI = 0.23) presentó una amplia representatividad en todo el área y en los valores de concentración. Presentó una curva con un pico importante de emisión de polen diario con máximos a las 10:00 y a las 14:00, es decir durante las horas de mayor insolación (Cap. II, Fig. 2.24).

El *segundo grupo* estuvo integrado por *Phoenix* sp. (0.17), *Alnus* sp. (0.17), *Pinus* spp. (0.16), *Juglans* spp. (0.15), *Morus* sp. (0.14) y *Ligustrum* sp. (0.14). (Fig. 4.4 y Cap. II, Fig. 2.25 y 2.26).

Los representantes de este grupo presentaron una curva con un pico menos pronunciado de emisión de polen a una hora determinada o con mayor amplitud horaria. Esto indicaría que el grano de polen se mantuvo en suspensión o bien que existió un aporte de fuentes más alejadas.

El *tercer grupo* estuvo integrado por *Populus* sp. (0.08) (Cap. II, Fig. 2.26) que presentó una concentración promedio anual de 347 granos de polen, menor a lo esperado dada su abundancia de árboles (84 ejemplares). Su IDI fue el más bajo y las máximas se registraron desde la media mañana hasta la media tarde.

Tabla 4.1. Vegetación arbórea con y sin representación en el muestreo de polen y tipos polínicos no representados en la vegetación.

% en la vegetación	Taxón presente en la vegetación y en el registro de polen	% en la vegetación	Taxón presente solo en la vegetación
3,1	<i>Acer negundo</i>	0,0	<i>Abies alba</i>
1,4	<i>Aesculus hippocastanum</i>	0,4	<i>Ailanthus altissima</i>
0,0	<i>Alnus acuminata</i>	0,3	<i>Araucaria</i> spp.
0,1	<i>Betula pendula</i>	0,2	<i>Bauhinia forficata</i> subsp. <i>pruinosa</i>
1,9	<i>Cedrus</i> spp.	0,1	<i>Brachychiton populneum</i>
1,7	<i>Celtis australis</i>	0,0	<i>Cinnamomum glanduliferum</i>
4,1	<i>Cupressaceae</i>	1,0	<i>Citrus aurantium</i>
32,5	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	0,1	<i>Cryptomeria japonica</i>
2,4	<i>Jacaranda mimosiifolia</i>	0,1	<i>Chorisia insignis</i>
0,2	<i>Juglans australis</i>	0,0	<i>Eriobotrya japonica</i>
0,3	<i>Ligustrum lucidum</i>	0,4	<i>Erythrina crista-galli</i>
0,2	<i>Liquidambar styraciflua</i>	0,1	<i>Feijoa sellowiana</i>
0,8	<i>Morus alba</i>	0,1	<i>Ficus elastica</i>
0,0	<i>Persea americana</i>	0,4	<i>Gleditsia triacanthos</i>
0,5	<i>Phoenix canariensis</i>	0,0	<i>Grevillea robusta</i>
0,5	<i>Pinus</i> spp.	0,0	<i>Hibiscus mutabilis</i>
23,3	<i>Platanus acerifolia</i>	0,7	<i>Hovenia dulcis</i>
0,6	<i>Populus deltoides</i>	0,2	<i>Lagerstroemia indica</i>
0,3	<i>Quercus robur</i>	0,1	<i>Livistona chinensis</i>
0,1	<i>Ricinus communis</i>	1,2	<i>Magnolia grandiflora</i>
0,7	<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,1	<i>Melia azederach</i>
0,3	<i>Salix humboldtiana</i>	0,0	<i>Phytolacca dioica</i>
13,3	<i>Tilia moltkei</i>	0,6	<i>Prunus cerasifera</i> var. <i>atropurpurea</i>
1,0	<i>Ulmus pumila</i>	0,1	<i>Sterculia platanifolia</i>
		0,6	<i>Styphnolobium japonicum</i>
		0,2	<i>Syagrus</i> spp.
		1,8	<i>Tipuana tipu</i>

Tipos polínicos presentes solo en el registro de polen

*Calliandra*  
*Castanea*  
*Casuarina*  
*Ephedra*  
*Juncus*  
*Mimosa*  
*Myrtaceae*  
*Nothofagus*  
*Olea*  
*Schinus*  
*Strelitzia*

Fig. 4.2. Índice de representatividad. % de vegetación/ % de polen.

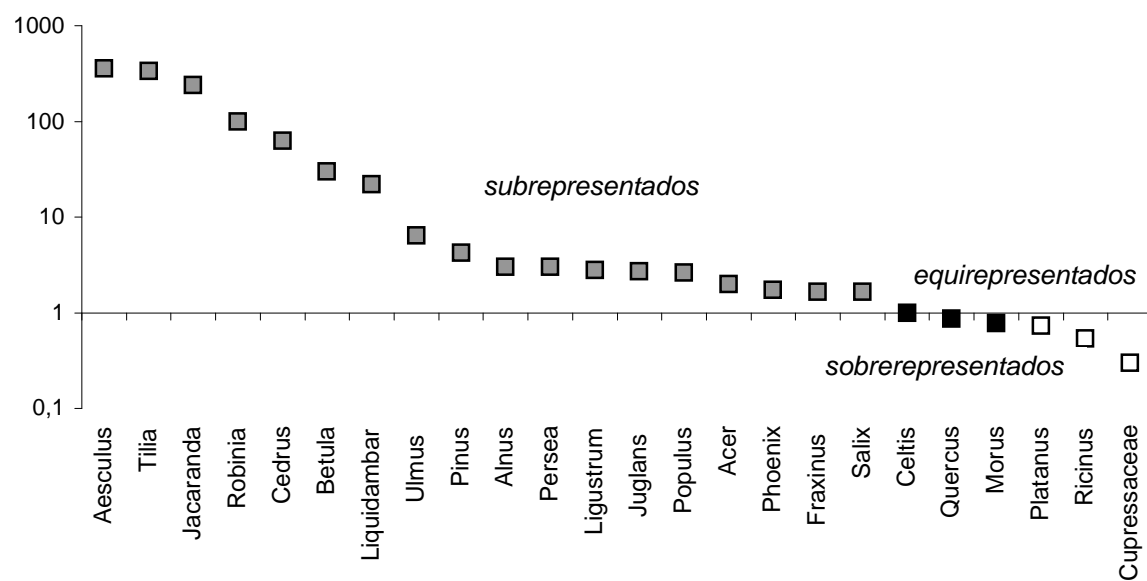


Fig. 4.3. Curvas diarias de concentración de polen (granos/m<sup>3</sup>) con un IDI mayor a 0.20.

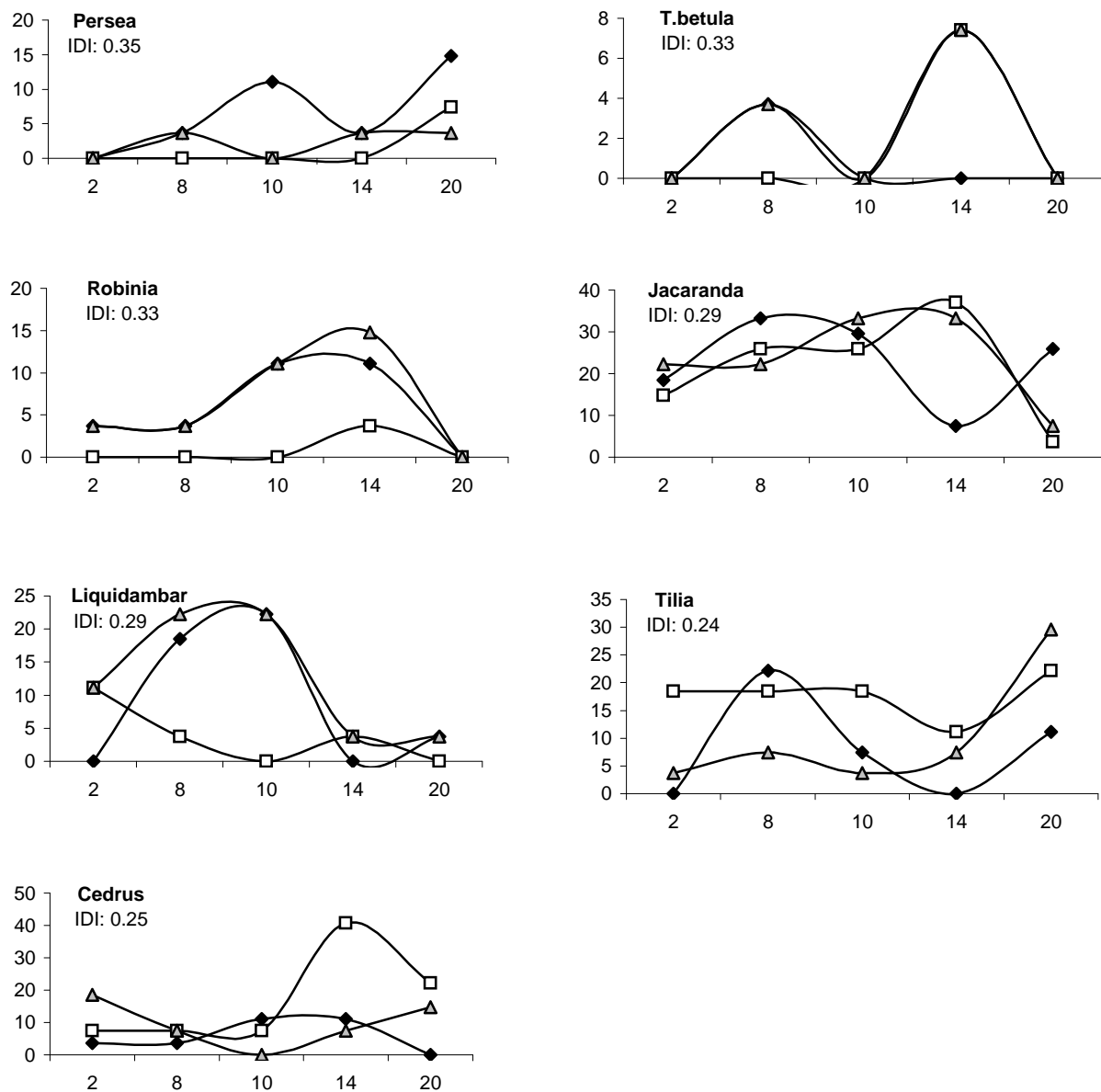
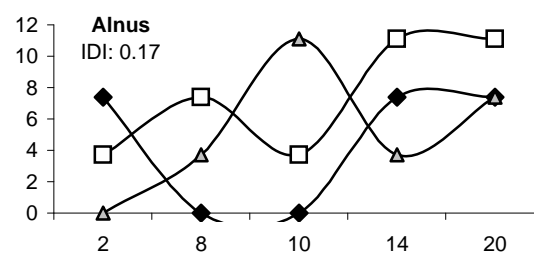
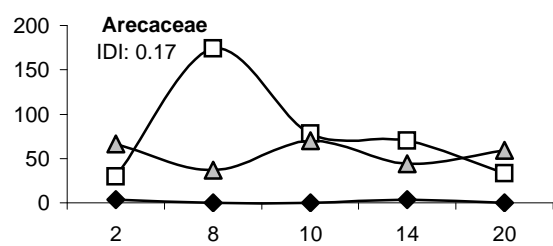




Fig. 4.4: Curvas de emisión diaria con un IDI entre 0.20 y 0.10.



## **ANÁLISIS DE EMISION DE POLEN EN RELACIÓN CON LOS FACTORES CLIMÁTICOS.**

La composición, concentración y dinámica de la nube de polen como expresión de una comunidad vegetal implica considerar las interrelaciones entre los factores bióticos tales como la fenología y floración con aquellos de naturaleza abiótica o físicos que involucran los fenómenos meteorológicos y climáticos.

De los datos analizados en este estudio surge que, la concentración de polen aerotransportado varió a diario, entre el día y la noche, mensual y anualmente. Así la concentración, impacto y deposición de polen se vio influenciada por factores ambientales.

Durante el lapso **98/99** los registros de polen arbóreo y herbáceo fueron los más abundantes respecto de los períodos subsiguientes.

El mayor número de tipos polínicos (23 tipos polínicos) producidos por taxones arbóreos se observaron en la atmósfera desde fines de invierno a inicio de primavera, época de mayor polinación de este grupo vegetal (Tabla 2.10). En la tercera semana de septiembre, se observaron las concentraciones máximas de polen arbóreo. Los valores de temperaturas medias máximas diarias para dicho lapso se registraron a las 12:00 y 14:00 con los mínimos registros de humedad relativa (76%HR). No se registraron precipitaciones en las semanas de máximas emisiones de polen. La velocidad del viento fue máxima entre las 13:00 y 16:00 y la dirección fue muy variable a diario, NW, SW, NE y SE, pudiendo favorecer la

llegada de polen de diversos sectores de la ciudad. (Fig. 3.4). Los ritmos polínicos diarios de *Acer*, *Populus*, *Schinus*, *Fraxinus*, *Celtis*, *Pinus*, *Quercus* y *Morus* mostraron máximas concentraciones a las 14:00 en el año.

Respecto del polen producido por grupos herbáceos en este período, se registró el número más elevado de tipos polínicos (20 tipos polínicos) y su presencia en la atmósfera abarcó desde mediados de primavera a verano (Tabla 2.10). El mayor aporte de polen fue en la tercera semana de noviembre. Se observó que las temperaturas medias máximas fueron las más elevadas y se registraron entre las 10:00 y las 14:00. Los registros de humedad diarios fueron inferiores (64%) a las 14:00. Las precipitaciones no superaron los 61mm y se registraron en general durante la noche (11:00 a 3:00) y las primeras horas de la mañana (5:00 a 8:00). La velocidad máxima del viento se registró entre las 13:00 y las 15:00 y la dirección del viento predominante fue variable, NE, NW y SE.

Las curvas máximas de concentración de polen correspondieron a los tipos polínicos *Plantago*, *Artemisia*, *Ambrosia* y *Apiaceae*.

Durante el lapso **99/00** el registro total de emisión alcanzó valores inferiores respecto de 98/99.

Los tipos polínicos producidos por taxones arbóreos se registraron a fines de invierno y primavera. Los máximos aportes de polen a la atmósfera fueron en la segunda semana de septiembre. Las temperaturas medias máximas en ese lapso se registraron a las 14:00 y los valores de humedad relativa diaria fueron los más bajos entre las 10:00 y las 14:00, alrededor de 70-80%. Se registraron escasas

precipitaciones (14mm) en los últimos días del mes. La velocidad del viento fue máxima desde las 13:00 y las 15:00 y la dirección mostró cambios del NE y SE.

Se registraron menor número de tipos polínicos respecto del período 98/99 lo cual se evidenció en las curvas diarias pronunciadas a las 14:00 como en *Platanus*, *Castanea* y *Ulmus*.

Los tipos polínicos producidos por taxones herbáceos se registraron en la atmósfera desde mediados de primavera hasta fines del verano. El máximo aporte de polen a la atmósfera fue en la segunda semana de noviembre. Las temperaturas medias máximas fueron elevadas en ese lapso y los valores diarios de humedad fueron bajos con 76% a las 14:00. Las precipitaciones se registraron a mediados del mes de noviembre (64 mm) y la velocidad del viento en ese lapso fue la más elevada del mes siendo la dirección del viento predominante SW y NE.

Los tipos polínicos *Aster*, *Echium*, *Rumex* y *Chenopodium* mostraron en ese lapso los picos de mayor concentración de polen

Durante el lapso **00/01**, se observaron los menores registros de polen total en la atmósfera.

Los tipos polínicos producidos por taxones arbóreos se registraron desde fines de invierno y durante la primavera. Los máximos aportes de polen a la atmósfera fueron en la tercera semana de septiembre (Tabla 2.10). Las temperaturas medias máximas fueron levemente inferiores respecto a los años anteriores. Las más elevadas se registraron a las 14:00. La humedad relativa fue elevada durante el día (90%), con leve descenso (85%) hacia las 14:00. Los registros de lluvia se presentaron en horas de la noche (22:00 a 4:00) o a la

mañana temprano (6:00 a 7:00). La velocidad del viento fue elevada en las horas de la mañana y de la tarde y la dirección del viento fue predominantemente E y S.

Los ritmos diarios de concentración de polen arbóreo anemófilo mostraron a las 14:00 en general curvas con una tendencia menos pronunciada que en los años anteriores. Dicha tendencia se observó en los tipos polínicos *Acer*, *Platanus*, *Fraxinus*, *Celtis*, *Quercus* y *Pinus*. (Fig. 2.23; 2.24; 4.3; 4.4). Por otro lado, en este año se observaron curvas diarias máximas de *Tilia*, *Robinia* y *Liquidambar*.

Los tipos polínicos producidos por taxones herbáceos se registraron desde mediados de primavera hasta fines de verano. Los máximos aportes de polen de estos taxones se registraron en la primera y segunda semana del mes de diciembre. Los valores medios de temperatura máxima para ese período fueron los más elevados del mes y en especial los de las 14:00. Los valores de humedad relativa (75%) fueron sensiblemente bajos al mediodía. Las precipitaciones estuvieron presentes en lapsos horarios alternativamente. La presencia de viento fue destacada a lo largo del día, y levemente superiores a las 14.00 con dirección N, NE y NW.

Los tipos polínicos de este grupo tales como en *Rumex*, *Echium*, *Aster*, *Althernanthera*, *Chenopodiaceae*, *Ambrosia* y *Artemisia* (Fig. 2.26; 2.27) se ajustaron a curvas poco pronunciadas.

#### Análisis del comportamiento polínico diario

El análisis a partir de los diagramas diarios permitió observar que las mayores concentraciones de polen se registraron entre las 10:00 y las 14:00 con

buena luminosidad y las mínimas entre las lecturas correspondientes a 20:00, 2:00 y 8:00 horas.

Al analizar dicho comportamiento a escala horaria se observó que, entre las 10:00 y las 14:00, se encontraron el 97% de los mayores registros polínicos arbóreos y herbáceos. Dicho lapso estuvo favorecido por una mayor temperatura, un sistema turbulencia provocado por direcciones del viento variables y una humedad relativa baja. Analizando en detalle este lapso horario, se observó que a las 10:00 se registraron el 19% de los tipos polínicos con sus máximos aportes; en la banda horaria de las 10:00 y 14:00 horas el 37% de los tipos polínicos y a las 14:00 el 41% de los tipos polínicos registraron sus máximos aportes.

El 70% de los tipos polínicos arbóreos se registraron en su máxima concentración a las 14:00.

En cambio, el 40% de los tipos polínicos herbáceos se registraron en su pico máximo de concentración a las 10:00.

Durante las horas de oscuridad, el proceso de antesis se ve interrumpido principalmente por el aumento de humedad relativa que no favorecen la deshidratación y abertura de la antera y consecuente emisión de polen. A su vez, la velocidad del viento disminuye a lo largo de la noche, limitando la dispersión.

#### *Análisis de los taxones arbóreos más representativos del muestreo*

Se analizó en conjunto a los taxones arbóreos anemófilos más representados en la vegetación del área y sus períodos de floración con el objetivo de interpretar la dinámica de la concentración de polen en la atmósfera. Por otro

lado se analizaron individualmente aquellos taxones arbóreos más abundantes de acuerdo al aporte de polen a la atmósfera.

Los máximos registros de floración del conjunto arbóreo fueron en el período 98/99 durante la tercera semana de septiembre; en el período 99/00 en la segunda semana de septiembre y en el período 00/01 en la tercera semana de septiembre. Los registros máximos de concentración polínica en la nube fueron coincidentes en el mes y en las semanas para cada uno de estos períodos de floración.

Analizando las curvas sigmoideas de fenofases de floración y polinación del conjunto arbóreo se observó una gran similitud respecto a la pendiente y al punto de inflexión entre ambas. (Fig. 1.5 y Fig. 2.5)

### Cupressaceae

El período de floración de esta familia se extendió desde fines de junio a principio de septiembre. Dada la polinación sucesiva o por momentos simultánea de las especies de los géneros *Cupressus* spp., *Juniperus* spp. y *Thuja* spp. se evidenció un extenso período de liberación de polen.

En conjunto, representaron el 9% de los árboles del área local censados y *Thuja* spp. y *Cupressus* spp. fueron los más abundantes. Se registraron mayormente en plazas y parques en el centro de la ciudad. El inicio y los días de máxima floración fueron coincidentes con los registros de máximas polinaciones en los tres períodos. Cupressaceae se ubicó en la categoría sobrerrepresentado. Durante 98/99 se registró la presencia de polen a partir de

mediados de julio al igual que el periodo 00/01, en cambio durante 99/00 el registro de polen en la atmósfera fue desde fines de junio, hecho que podría deberse esencialmente al registro de temperaturas medias máximas 2°C superiores a los otros períodos. El registro de polen en la atmósfera fue mucho más extenso en todos los períodos que el período de floración. Se registraron días con escasas precipitaciones en los dos últimos períodos de muestreo: La velocidad del viento fue sensiblemente mayor en el período 00/01, lo que podría haber contribuido a la permanencia de los granos en la atmósfera hasta mediados de octubre. En los períodos 98/99 y 99/00 el final de presencia de polen en la atmósfera se registró a mediados del mes de septiembre.

#### *Fraxinus* spp.

Este género fue el más representado del área analizada con el 32.4% respecto del total censado. Se halló en la máxima categoría (6) de frecuencia relativa. Estuvo presente en la atmósfera con las floraciones de *F. pennsylvanica* y *F. excelsior* var. *Aurea*, taxones que comenzaron sus aportes de polen de manera casi coincidente hacia mediados de invierno. Hacia fines de agosto la polinación comenzó a ser importante tanto como el período de floración. En el período 98/99 registró su máxima floración hacia fines de septiembre y su máximo de polinación a mediados de octubre. En cambio en el período 99/00 y 00/01 el máximo de floración fue el 17 de septiembre, fecha que coincidió con el día de máxima polinación, en cambio en el período 00/01 la máxima polinación se registró 15 días después.



La temperatura acumulada y la del momento de emisión de polen superaron los 17°C. La temperatura fue 2°C inferior durante 98/99, lo que pudo haber retrasado el inicio de las fenofases florales. Estos valores favorecieron el inicio de la floración y día de máximo aporte de polen en los períodos 99/00 y 00/01.

Estas especies estuvieron presentes en todos los sectores del área urbana Analizados, aunque el número de ejemplares en los sectores SW y NW fue levemente mayor. De estos sectores provino el viento de 1.5 km/h más intenso que los otros años durante 98/99, lo que explicaría en parte los valores de concentración más elevados para ese período.

Por otro lado, las precipitaciones en el lapso de floración-emisión fueron de 30 mm menos durante 98/99 respecto de los períodos posteriores. La finalización de la polinación fue para los tres años un mes posterior al de floración. Los últimos registros de polen en el período 98/99 fueron a mediados de diciembre, en cambio en 99/00 y 00/01 a principios de noviembre.

#### *Platanus sp.*

Fue el tipo polínico más abundante en la atmósfera en los tres períodos analizados y el máximo aporte se registró en el período 98/99. Estuvo representado en la ciudad por *P. acerifolia* con el 23.3% respecto del total censado y se ubicó en la categoría 5 de frecuencia relativa.

Este taxón sobrerrepresentado registró diferencias en el inicio de floración y polinación para cada período de muestreo. La floración en el periodo 98/99 fue a principio de septiembre, en 99/00 fue hacia mediados de agosto, en cambio en el período 00/01 fue 10 días posteriores a esa fecha. Los registros de polen, fueron

en los tres períodos, previos a la floración. Dichos aportes podrían haber provenido de un área cercana por fuera del sector analizado, dado que la dirección del viento fue principalmente NE habría. Dicha especie se halló presente en ese sector en un 48%. Del sitio de ubicación del muestreador, ese punto cardinal señala el centro de la ciudad, lugar donde la floración pudo haberse generado una o dos semanas antes que en el resto de la ciudad, debido al efecto “isla de calor”.

Los días de máxima floración y polinación fueron coincidentes en cada año y los porcentajes de polen acumulado desde el inicio hasta el máximo de polinación fueron de 49%, 46% y 40% respectivamente. Hacia principio y mediados de octubre las fenofases florales habían concluido en todos los períodos, sin embargo granos de *Platanus* sp. se registraron hasta mediados de diciembre, mediados de noviembre y fines de enero respectivamente para cada período. Estos registros se deberían principalmente a las características de caída y refluación.

#### *Acer* sp.

*Acer* estuvo representado en la vegetación censada por *A. negundo* con el 6.8% y en la categoría 4 de frecuencia relativa. Las fenofases de floración y polinación fueron coincidentes para cada año de muestreo. Estas se iniciaron a mediados de septiembre durante 98/99, a fines de agosto en el período 99/00 y a principios de septiembre durante 00/01. Los porcentajes de granos de polen acumulados para cada período desde el inicio hasta el día de máxima emisión fueron

de 16%, 42% y 22% respectivamente. Este taxón correspondió a la categoría de subrepresentado y mostró un descenso significativo en el total de polen registrado en la nube del primer al último período. Este fenómeno podría explicarse en parte por varios factores que interactuaron, uno de ellos una producción mayor de flores durante 98/99. La temperatura, podría ser en ese caso otro factor importante, dado que la temperatura ascendió 2°C y 3°C en las semanas previas a la floración durante 98/99 y 99/00 a diferencia de lo que ocurrió durante el período 00/01 en que esta se mantuvo constante. La ausencia de precipitaciones durante los días de emisión de polen pudo haber influido en el mayor registro. En el período 00/01 se registraron lluvias durante los días de floración que podrían haber disminuido la presencia de polen en la atmósfera. En este período, el registro de polen en la atmósfera fue el más breve. Por otro lado, durante los días de emisión del período 98/99 se registraron vientos provenientes del sector SW, de mayor intensidad donde se hallaron mayor número de ejemplares de esta especie.

#### *Celtis sp.*

El género *Celtis* está representado en el área por *C. australis* en un 3.7% del total censado. Este taxón se ubicó en la categoría 3 de frecuencia relativa y se lo consideró dentro del grupo de los taxones equirepresentados. El período de floración durante 98/99 fue en la última semana de septiembre, en 99/00 fue en la primera semana de septiembre, mientras que en 00/01 fue en la última semana del mismo mes. El inicio anticipado en el período 99/00 habría estado favorecido principalmente por las temperaturas medias máximas de 18°C en los días previos a la floración, siendo en los períodos 98/99 y 00/01 de 2°C inferior. El viento

predominante fue de dirección NE, punto cardinal donde hay mayor número de ejemplares de esta especie y alcanzó mayor velocidad respecto de los otros años. El día de máxima emisión fue unos días anteriores al de máxima floración en todos los años. La finalización del registro de este tipo polínico fue a fines de primavera, es decir un mes posterior al de floración en los tres años de muestreo.

### *Casuarina sp.*

*C. cunninghamiana* fue la única especie arbórea de polinación hacia fines de verano. Su presencia se detectó en áreas locales lejanas del captador y fuera del casco urbano. El inicio de las fenofases florales en el período 98/99 fue una semana previa al de 99/00 y 26 días antes que en 00/01. El registro de presencia en la atmósfera fue 9 días anterior al de floración en los periodos 98/99 y 99/00, en cambio coincidieron en la fecha de floración para el período 00/01. Las temperaturas medias máximas anuales, durante 98/99 y 99/00 se registraron en los meses coincidentes con el inicio de la floración, las cuales habrían contribuido al inicio de los procesos de emisión de polen. En el período 00/01 las máximas temperaturas se registraron los primeros días de diciembre. El registro previo de polen en la atmósfera durante 98/99 y 99/00 estaría favorecido principalmente por que las precipitaciones que fueron inferiores como así también durante la floración y polinación. En cambio, durante 00/01 las precipitaciones superaron ampliamente los 200 mm y la humedad ambiente se mantuvo muy alta. Por otro lado, el viento en los dos primeros períodos provino fundamentalmente del SE, sitio donde se hallaron ejemplares en áreas locales. En el período 98/99, el registro de polinación máximo fue un mes posterior al del inicio de la polinación. En los periodos 99/00 y

00/01 los máximos registros fueron tres y dos meses más tarde del inicio de la polinación respectivamente. Esto se debió probablemente a las abundantes precipitaciones registradas durante los meses de marzo y abril. Los registros de polen en la atmósfera se extendieron hasta junio durante 98/99 y 99/00 y hasta agosto en 00/01. Estos podrían interpretarse por la refluación por corrientes ascensionales debido a la acción térmica.

### *Morus sp.*

El género *Morus* estuvo representado por *M. alba* con el 0.9% respecto del total censado y se ubicó en la categoría 3 de frecuencia relativa. Fue uno de los pocos géneros arbóreos cuyo registro en la atmósfera sufrió un descenso, aunque poco marcado, entre el primer y el último período. La floración se registró en el período 98/99 a principio de septiembre, en el período 99/00 hacia fines de agosto y en el período 00/01 en la primera semana de septiembre.

El registro en la atmósfera coincidió con el de inicio de la polinación. La máxima floración coincidió con el momento de máximas concentraciones a fines de septiembre en el período 98/99, a mediados de septiembre en el período 99/00 y en los primeros días de octubre en el período 00/01. Este retraso en el último período se habría dado por el efecto de la temperatura media mínima que fue 2°C menor que en los años anteriores. Hubo precipitaciones posteriores al inicio de la floración, contribuyendo a una mayor humedad ambiental no favorable para el mecanismo de liberación de polen. El registro de polen en la atmósfera fue muy prolongado, extendiéndose hasta noviembre, luego de finalizada la floración en todos los períodos. Esto podría deberse a la acción de la temperatura que originó

corrientes ascensionales de granos depositados y a la acción de los vientos más frecuentes que favorecieron el mantenimiento de los granos en suspensión.

# *CONCLUSIONES*

## CONCLUSIONES

En el relevamiento de la vegetación arbórea del casco urbano del área considerada fueron reconocidas 38 familias, 60 géneros y 74 especies, de las cuales 20 correspondieron a especies nativas y 54 a especies introducidas, cultivadas con fines ornamentales. Los taxones presentes fueron variados y la mayoría se encontraron en baja cantidad, siendo generalmente, una sola especie por género la dominante.

Del total relevado, 43 especies correspondieron a taxones con polinización anemófila. Los representantes arbóreos más destacados fueron *Fraxinus pennsylvanica*, *Platanus acerifolia* y *Tilia moltkei*. Las familias herbáceas presentes en mayor cantidad, principalmente en áreas parquizadas fueron, Poaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, Brassicaceae y Urticaceae.

A partir del trabajo a campo se observó que los taxones arbóreos anemófilos florecieron durante la primera mitad del año, no superando el 10% respecto del total. A partir de mediados de julio, comenzaron las mayores floraciones hasta principio de noviembre. El 75% de los taxones, alcanzó la plenitud de floración durante el mes de septiembre. Por su parte, los taxones entomófilos presentaron el período de floración hacia fines de primavera y principios del verano.

El inicio de las fenofases de floración de los taxones arbóreos anemófilos presentó características particulares para cada año y para cada taxón que se hicieron evidentes en los procesos de antesis y emisión del polen a la atmósfera.



Dichos procesos fueron influenciados por las condiciones climáticas estacionales previas, en especial por la temperatura y la humedad.

Se observó una gran similitud entre las curvas sigmoideas de fenofases de floración inicial y máxima y la de polinación del conjunto arbóreo. El final de los períodos de floración no se vio reflejado en los aspectos polínicos. Esto puede explicarse a que, por acción conjunta del viento y la temperatura estos permanecieron en el aire hasta considerable tiempo después de que el polen fuera emitido.

El registro de polen de la atmósfera fue abundante en cada período. Así durante 98/99 alcanzó el total de 181144 granos de polen, representando la mayor emisión de polen respecto a los subsiguientes dos años. Tal diferencia estaría favorecida por las temperaturas previas a la floración más cálidas durante el verano y bajas en el invierno.

Durante el período 99/00, el registro de polen alcanzó el total de 142500 granos de polen. Dicho descenso se debió principalmente a un menor cúmulo de temperaturas frías durante el invierno. Sin embargo, temperaturas cálidas a fines del invierno favorecieron una floración de taxones arbóreos más temprana de inicio de primavera.

Durante el periodo 00/01, se registró en la atmósfera el menor aporte de polen total con 106060 granos de polen. Ello fue principalmente a las precipitaciones registradas durante todo el año, hecho que motivó que la emisión y dispersión del polen fueran afectadas negativamente.

Los tipos polínicos presentes en la nube, fueron el producto de la vegetación local en especial de aquella arbórea y anemófila que representó más del 70% del polen registrado para cada año. La concentración en la atmósfera estuvo influenciada por, las características particulares de las fuentes emisoras, su ubicación y distribución espacial. Así los taxones *Platanus* sp., *Ricinus* sp. y Cupressaceae se encontraron sobrerrepresentados en el registro. Los taxones *Celtis* sp., *Morus* sp. y *Quercus* sp. se encontraron equirepresentados y los taxones *Aesculus* sp., *Tilia* sp., *Jacaranda* sp., *Robinia* spp., *Cedrus* spp., *Betula* sp., *Liquidambar* sp., *Ulmus* spp., *Pinus* spp., *Alnus* sp., *Persea* sp., *Ligustrum* sp., *Juglans* spp., *Populus* sp., *Acer* sp., *Fraxinus* spp. y *Salix* sp. se encontraron subrepresentados.

Aunque poco frecuente, se registró la ocurrencia de polen de taxones de polinización entomófila tales como, *Ligustrum* sp., *Jacaranda* sp., *Tilia* sp., *Persea* sp., *Mimosa* spp., *Acacia* spp., *Aesculus* sp., y *Robinia* spp. cuyas presencias en la nube se deberían principalmente por la cercanía al sitio de muestreo.

Se registró escaso polen extraregional de *Notofagus* en los primeros quince días del mes de noviembre de cada año. Dicha presencia se podría explicar por las particularidades de la fuente emisora, las características morfológicas y aerodinámicas del polen y la intervención de factores meteorológicos tales como dirección y velocidad del viento predominantes.

El análisis de las muestras de polen en la atmósfera, puso en evidencia una gran densidad polínica, así se reconocieron 74, 78 y 60 tipos polínicos por cada año respectivamente. Éstos fueron clasificados en tres categorías de acuerdo al

aporte total de polen a la atmósfera. Aquella integrada por tipos polínicos con un alto registro de polen en los tres períodos de muestreo que, en orden decreciente de concentración fueron: *Platanus*, *Fraxinus*, Poaceae, *Cupressaceae*, Urticaceae, Cyperaceae, Myrtaceae, *Ambrosia*, *Celtis*, *Acer*, *Casuarina* y *Morus*.

Aquella cuyos tipos polínicos presentaron un aporte moderado de polen a la atmósfera en los tres períodos de muestreo que, en orden decreciente de concentración fueron, Chenopodiaceae - *Amaranthaceae*, *Plantago*, *Artemisia*, *Quercus*, *Echium*, *Populus*, *Castanea*, *Phoenix*, *Apiaceae*, *Ricinus*, *Salix* y *Pinus*.

Aquella cuyos tipos polínicos presentaron un escaso aporte de polen a la atmósfera en los tres períodos de muestreo que en orden decreciente de concentración fueron, *Schinus*, *Juglans*, *Jacaranda*, *Nothofagus*, *Ephedra*, *Ulmus*, *Acacia*, *Alnus*, *Strelitzia*, *Betula-Corylus*, *Tilia*, *Cedrus*, *Olea*, *Typha*, *Mimosa*, *Liquidambar*, *Taraxacum*, *Rumex*, *Gallium*, *Ailanthus*, *Calliandra*, *Juncus*, *Ligustrum*, *Aesculus*, *Persea*, *Lotus*, Euphorbiaceae, Rosaceae y Brassicaceae.

El análisis de los diagramas polínicos disociados anuales, mostró dos etapas de predominio polínico. La etapa comprendida entre julio y principios de noviembre estuvo caracterizada por un mayor número de tipos polínicos producidos por taxones arbóreos-arbustivos (AP). Otra etapa, desde mediados de noviembre a fines del mes de marzo y estuvo caracterizada por un mayor número de tipos polínicos producidos por taxones herbáceos (NAP). Entre abril y junio se registró escasa presencia de granos de polen, no obstante, en abril se hallaron presentes tipos polínicos producidos por *Casuarina* sp. y *Cedrus* spp.

En los diagramas anuales se observaron espectros de emisión de corta duración, hasta aproximadamente un mes que se correspondieron con el aporte de polen de un solo taxón como fueron los casos de, *Acer negundo*, *Platanus acerifolia*, *Morus alba*, *Casuarina cunninghamiana* y *Populus deltoides*. Otros taxones tales como *Fraxinus* spp, cuyas especies *F. pennsylvanica* y *F. excelsior* presentaron períodos de emisión coincidentes. Por otro lado, se registraron espectros polínicos de extensa duración, en muchos casos anuales, cuya composición estuvo dada por los aportes sucesivos de varios taxones con numerosas especies tales como, Poaceae, Myrtaceae y Urticaceae.

El ritmo circadiano diario de temperatura, humedad relativa y dirección y velocidad del viento incidieron directa o indirectamente en la presencia y concentración de polen de cada tipo polínico particular para cada año de muestreo. La incidencia de las precipitaciones en la emisión, dispersión y concentración de polen en la atmósfera se debió a su efecto de corta duración. Las condiciones meteorológicas como factores que modifican la concentración de polen sólo pueden observarse a escala diaria, no pudiendo realizar generalizaciones a escala estacional o anual ya que es importante señalar que este aspecto se relaciona con la fenología floral y los requerimientos particulares de maduración de las anteras y mecanismos de abertura y liberación del polen.

El análisis a partir de los diagramas diarios de los tipos polínicos en conjunto permitió observar que, las mayores concentraciones de polen se registraron en las horas de luz cuando las condiciones ambientales fueron más

propicias, en especial a las 10.00 y 14.00 y las mínimas entre las últimas horas y las primeras del día, a las 20.00, 2.00 y 8.00.

La ciudad de La Plata y en particular el área donde estuvo emplazado el captador, se caracterizó por poseer numerosos edificios de mediana a gran altura que alternan con edificaciones bajas como así también una gran riqueza forestal de gran porte distribuida a lo largo de las calles y diagonales como en los numerosos parques y jardines. Cada uno de estos aspectos, combinados con los factores ambientales y climáticos operó en la atmósfera de este ámbito urbano generando corredores y desvíos de aire como también barreras que infirieron en el transporte del polen. Así, este muestreo expuso particularidades tales como, un alto registro de polen de la vegetación cercana al muestreador que correspondió a taxones anemófilos con características ornamentales, polen proveniente de vegetación entomófila, escaso polen procedente de áreas suburbanas y la presencia ocasional de polen extraregional.

# *BIBLIOGRAFÍA*

## **BIBLIOGRAFÍA**

Agashe, S.N. & Alfadil, A.G. 1989. Atmospheric biopollutant monitoring in relation to meteorological parameters. Grana 28:97-104.

Aljaro, M.E. & Hoffmann, A.J. 1979. Períodos de polinización de especies anemófilas de Santiago (1975-1978). Rev. Méd. Chile 107:588.

Andersen, S.Th. 1973. The differential pollen productivity of trees and its significance for the interpretation of a pollen diagram from a forested region. En Quaternary plant ecology. Eds. H.J.B. Birks & R.G. West. pp. 109-115. Blackwell, Oxford.

Aramayo, E.; Valle, A.; Andrada, A & Lamberto, S. 1992. Relevamiento aeropolínico de la ciudad de Bahía Blanca (Pcia. de Buenos Aires, Argentina). Período X/87-IX/88. Asoc. Paleontol. Arg. Edición Especial. Vol 2:15-18.

Árboles de la ciudad de La Plata. 1982. Dirección de Espacios Verdes y Limpieza de la Municipalidad de La Plata. Secretaría de Gestión Pública. Subsecretaría de Planeamiento y Desarrollo Urbano. Dirección de Política Ambiental.

Árboles de la ciudad de La Plata. Segunda Parte. Libro 2. 1996. Dirección de Política Ambiental. Municipalidad de La Plata. Secretaría de Gestión Pública. Subsecretaría de Planeamiento y Desarrollo Urbano. Dirección de Política Ambiental.

- Bianchi, M. M. 1994. El muestreo aerobiológico en Mar del Plata. Aportes de una nueva metodología al análisis del polen. Su aplicación en el diagnóstico de la polinosis. Acad. Nac. Cs. Ex. Fis. Nat. Buenos Aires. Monografía N° 10. pp. 60.
- Borromei, A. & Quattrocchio, M. 1990. Dispersión el polen actual en el área de Bahía Blanca. (Bs.As. Arg.) An.Asoc.Palinol.Leng.Esp. 5:39-52.
- Braun-Blanquet, J. 1972. Plant Sociology. The study of plant communities. Hafner Pub. Co., INC. pp.439.
- Burgos, J.J. & Vidal, A.L. 1951. Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. Dir. Gen. Del S.M.N. Ser. Agrometeorol. Public.3:3-32. Buenos Aires.
- Cabrales Uribe, C.C.; García Pinzón, H. & Ramírez Quintero, G. 2003. Estudio aerobiológico en la ciudad de Bucaramanga. Rev. Asoc. Colomb. Alerg. Asma e Inmunol. Vol 12 (2): 35-43.
- Cabrera, A.L. 1976. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II, Fascículo 1: Regiones Fitogeográficas Argentinas. Ed. ACME, Buenos Aires. Argentina
- Cadman, A. 1990. Airspora of Johannesburg and Pretoria, South Africa 1978/88. 1. Pollen calendars. Grana 29: 311-317.
- Chapman, J. 1982. The Enhancement of the Practice of Clinical Allergy with Daily Pollen and Spore Counts. Vol. I. Pergamon Press.
- Coca, A. F.; Waltzer, M & Thommen, A. 1931. Asthma and hayfever in theory and practice. pp 851. Springfield.



- Cour, P. 1974. Nouvelles techniques de détection deux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores a la surface du sol. *Pollen et Spores* 16 :103-142.
- Crisci, C.; Murray, M.G.; Sonaglioni, M.I.; Ramón, G.D.; Villamil C.B. & Arduso, L. 2001. Pólenes relevantes en la época de polinosis en la ciudad de Rosario. *Arch. Arg. Alerg. Inmunol. Clín.* 32 (2): 63.
- Cuadrado, G. 1979. Calendario polínico preliminar para Corrientes (Argentina) y sus alrededores. *Faceta*.3: 65-83.
- Durham, O.C. 1946. Ratio of fall of pollen grains in still air. *J. Allergy* 17: 70-78.
- Drissen, M.N.B.M. & Derksen, J.W.M. 1989. The principal airborne pollen species in the Netherlands. *Aerobiologia* 5: 89-93.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. 1979. The principles of pollination ecology. Pergamon Press. pp.244.
- Fantini, C.; Murray, M.G.; Sonaglioni, M.I.; Barrionuevo, L.; Ramón, G.D.; Villamil, C.B. & Velis, L. 2001. Relevamiento de pólenes aéreos en épocas de polinosis en la ciudad de Mar del Plata. *Arch. Arg. de Alerg. Inmunol. Clín.* Vol 32 (2): 65.
- Ferrer, C. & Costa, M.C. 2000. Estudio aeropalinológico en la ciudad de Córdoba. Argentina. *Arch. Arg. de Alerg. Inmunol. Clín.* Vol 17(4): 163-167.
- Ferrer, C. & Costa, M.C. 2000. Clave práctica para la identificación de granos de polen presentes en la atmósfera de la ciudad de Córdoba. *Arch. Arg. Alerg. Inmunol. Clín.* 17(4):194.

- Gandur, A.; Sonaglioni, M.L.; Murray, M.G.; Barrionuevo, L.; Ramón, G.D. & Villamil, C.B. 2001. Relevamiento de pólenes aéreos en época de polinosis en la ciudad de Mendoza. Arch. Arg. Alerg. Inmunol. Clín. Vol. 32 (2): 63.
- García de Albano, M. 1993. Aeropalinología de Santiago del Estero. Arch. Arg. Alerg. Inmunol. Clín. Vol.22 (1): 6-12.
- García de Albano, M. 1996. Aeropalinología de Salta. Jornadas Argentinas de Botánica. Libro de resúmenes:220.
- García Gomez E. y Caraballo, L. 2005. Pólenes y Asma. Ed. Medica Panamericana. 167pp.
- García-Mozo, H.; Galán, C.; Aira, M.J.; Belmonte, J.; Díaz de la Guardia, C.; Fernández, D.; Gutierrez, F.J.; Trigo, M.M. & Domínguez, E. 2002. Modelling start of oak pollen season in different climatic zones in Spain. Agricultural and Forest Meteorology. 110: 247-257.
- Gassmann, M.I.; Perez, C.F. & Gardiol, J.M. 2002. Sea-land breeze in a coastal city and its effect on pollen transport. International Journal of Biometeorology 25: 64-74.
- Hirst, J. 1952. An automatic volumetric spore trap. An. Appl. Biol. 39: 257-265.
- Hjelmroos, M. 1991. Evidence of long-distance transport of *Betula* pollen. Grana 30: 215-228.
- Janssen, C.R. 1966. Recent pollen spectra from the deciduous and coniferous deciduous forests of northeastern Minnesota: A study in pollen dispersal. Ecology 47: 804-825.

- Käpilä, M. 1984. Diurnal variation of tree pollen in the air in Finland. *Grana* 23: 167-176.
- Lagos, J.A. 1975. Pólenes anemófilos de El Salvador. Vol. N° 1. Colección TEMACHTIAN
- Latorre, F. 1993. Relación entre la concentración de polen en la atmósfera y la vegetación arbórea de la ciudad de Mar del Plata. Tesis de Licenciatura. Univ. Nac. de Mar del Plata. pp. 74.
- Latorre, F. & Pérez, C. 1997. One year of airborne pollen sampling in Mar del Plata (Argentina). *Grana* 36: 49-53.
- Latorre, F. 1997. Comparason between phenological and aerobiological patterns of some arboreal species of Mar del Plata. *Aerobiología* 13: 49-59.
- Latorre, F. & Bianchi, M. M. 1997. Relación entre la concentración polínica atmosférica y la vegetación arbórea de Mar del Plata (Argentina). *Polen* 8: 43-59.
- Latorre, F. & Bianchi, M. M. 1998. Relación entre aeropolen y vegetación arbórea en Mar del Plata. (Argentina) *Polen* 8: 43-59.
- Latorre, F. 1999. Differences between airborne pollen and flowering phenology of urban trees with reference to production, dispersal and interannual climate. *Aerobiologia* 15: 131-141.
- Leal F.J.; Rodriguez A.; Hurtadi I. & García, E. 1993. Hacia el establecimiento de un calendario de pólenes y esporas de la atmósfera de la ciudad de Bogotá. *Revista Colombiana de Inmunoalergia* 4: 2-19.

- Leuschner, R. 1991. Twenty one years of airborne determinations. *Journal of Palynology* 27: 305-320.
- Majas, F.; Noetinger, M. & Romero, E. 1992. Airborne pollen and spores monitoring in Buenos Aires city: A preliminary report. Part II. Herbs, weeds, (NAP) and spores. General discussion. *Aerobiología* 10: 129-139
- Mardones, P. 1997. Calendario polínico de Chile. Manuscrito inédito.
- Marletto, V.; Puppi Branzi, G. & Sirotti, M. 1992. Forecasting flowering dates of lawn species with air temperature: application boundaries of the linear approach. *Aerobiologia* 8: 75-83.
- Montes, J. & Cisneros, P.V. 1982 Los pólenes atmosféricos de la ciudad de México D.F. *Alergia* 29: 51-60.
- Morbelli, M. 1970. Estudio palinológico de la atmósfera de los alrededores del Museo de La Plata. La Plata. Inédito.
- Morbelli, M. 1975. Lista de especies alergógenas. La Plata. Inédito.
- Murray, M.G., Sonaglioni, M.I. and Villamil, C. 2002. Annual variation of airborne pollen in the city of Bahía Blanca, Argentina. *Grana*: (41): 183-189.
- Neffen, H.E.; Sonaglioni, M.I.; Murray, M.G.; Ramón, G.D.; Villamil, C.B.; Gattolin, G. & Eluk, D. 2001. Relevamiento de pólenes en la época de polinosis en la ciudad de Santa Fe. *Arch. Arg. Alerg. Inmunol. Clín.* Vol 32(2): 65.
- Nilsson, S. 1988. Poursuite des analyses de la pollution particulaire des pollens. *Ann. Sci. Nat. Bot. Paris. Sér.*: 9. 125-132.

- Nilsson, S. & Praglowski, J. 1992. Erdtman's Hands book of Palynology. 2<sup>a</sup>. Ed. Munksgaard, Copenhagen. 580pp.
- Nilsson, S. & Persson, S. 1981. Tree pollen spectra in the Stockholm region (Sweden). 1973-1980. Grana 20: 179-182.
- Nitíu, D.S.; Latorre, F. & Romero, E. 1997. Variación estacional y horaria del polen en la atmósfera de la ciudad de Buenos Aires durante el otoño-invierno. (Relación con variables meteorológicas). X Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología. Mendoza. Libro de resúmenes: 34.
- Nitíu, D.S. y Romero, E. 2001. Contenido polínico de la atmósfera de la ciudad de la Plata, Argentina. Polen 11: 79-85.
- Nitíu, D.S. & Mallo, A. 2002. Incidence of allergenic pollen of *Acer* spp., *Fraxinus* spp. and *Platanus* spp. in the city of La Plata, Argentina: preliminary results. Aerobiología 18: 65-71.
- Nitíu, D.S. & Romero, E. 2002. Caracterización aeropalinológica de la atmósfera de la ciudad de la Plata. Vinculación con alergias respiratorias. Bol. Soc. Arg. Bot. 37(1-2): 79-85.
- Nitíu, D.S.; Mallo, A. & Romero, E. 2003. Quantitative aeropalynology in the atmosphere of Buenos Aires City, Argentina. Aerobiologia 19 (1): 1-10.
- Nitíu, D.S. 2003. Annual, daily and diurnal variations of *Celtis* airborne pollen in La Plata (Argentina). Aerobiologia 19 (2): 71-78.
- Nitíu, D.S. 2004. Intradiurnal fluctuation pollen in La Plata. Argentina. Part I. Herbaceous taxa. Aerobiologia 20: 69-74.

- Noetinger, M.; Romero, E. & Majas, F. 1992. Airborne pollen and spores monitoring in Buenos Aires city. A preliminary report. Part I. Trees and shrubs (AP) *Aerobiologia* 8: 285-296
- Noetinger, M. & Romero, E. 1997. Monitoreo diario y volumétrico del polen atmosférico en la ciudad de Buenos Aires. *Bol. Soc. Arg. Bot.* 32 (3-4): 185-194.
- Norris-Hill, J. & Emberling, J. 1993. The incidence of increased pollen concentrations during rainfall in the area of London. *Aerobiologia* 9: 27-32.
- Odum, E. 1984. *Ecología*. 3rd. Ed. México.
- O'Rourke, M.K. 1989. Relationship between airborne pollen concentrations and weather parameters in an arid environment. *Aerobiology-Health Environment, A Symposium*. Paul Comtois Ed. Université de Montréal, pp 55-76.
- O'Rourke, M.K. 1990. Pollen reentrainment: contributions to the pollen rain in an arid environment. *Grana* 29: 147-152.
- Palacio Chavez, R. 1977. Monitoreo de la atmósfera de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. N° 36.
- Pathirane, L. 1975. Graphical determination of the main pollination season. *Pollen at Spores*. 17: 609-610.
- Paul, R.M.; Fernández, L.C. & Huk, L.H. 1998. Calendario polínico preliminar ciudad de Posadas (Argentina). *Revista de Ciencia y Tecnología* 1 (1).
- Perez, C.F. & Paez, M. 1998. Seasonal airborne pollen pattern in Mar del Plata City, Argentina. *Aerobiologia* 14: 383-389.

- Perez, C.F.; Gardiol, J.M. & Paez, M.M. 2001. Comparison of intradiurnal variation of airborne pollen in Mar del Plata (Argentina). Part I. Non-arboreal pollen. *Aerobiologia* 17: 151-163.
- Perkins, W.A. 1957. The Rotorod sampler. 2<sup>nd</sup>. Semiannual Rept. Aerosol. Lab. Dep. Chemistry & Chem. Eng., Stanford Univ. CML. 186, 66pp.
- Pla Dalmau, J.M. 1961. Polen. Ultraestructura y características de los granos de polen. Precisiones morfológicas sobre el polen de especies recolectadas en el NE de España. *Polinización y Aeropalinología*. 509pp.
- Raynor, G.S., Hayes, J.V. & Orden, E.C. 1970. Experimental data on ragweed pollen dispersión and deposition from point and area sources. BNL 50224 (T-564). 33pp.
- Rodríguez, R., Villalba, M. Monsalve, R.I. & Batanero, E. 2001. The spectrum of olive pollen allergens: a review. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 125: 185-195.
- Rojas Villegas, G. & Roure, Nolla J.M. Atmospheric pollen in Santiago., Chile. *Grana* 2001: (40): 126-132.
- Rojido, G.; Sonaglioni, M.J.; Murray, M.G.; Ramón, G.D. & Villamil, C.B. 2001. Relevamiento de pólenes en la época de polinosis en la ciudad de Paraná. *Arch. Arg. Alerg. Inmunol. Clín.* Vol. 32 (2): 64.
- Romero, E.; Majas, F. & Noetinger, M. 1992. Polen aéreo en la ciudad de Buenos Aires. *Arch. Arg. Alerg. Inmunol. Clín.* 23 (4): 152-162
- Romero, E. & Nitiu, D.S. 1996. El polen: importancia y ontogenia. Propiedades alergógenas. Calendarios polínicos. Primer Encuentro Argentino de Ecología y Medio Ambiente. Libro de resúmenes: 476-481.

- Silenzi, A. 1966. El polen atmosférico de la ciudad de La Plata. Tesis. Facultad de Farmacia y Química. U.N.L.P. 64pp. Inédito.
- Solomon, W.R. & Durham. O.C. 1967. Pollen and plants that produce them. En An annual of Clinical Allergy, Cap. 16. J.M. Sheldom; R.G. Lovell & K.P. Mathews, Eds. W.B. Sauders Co. Philadelphia & London.
- Spieksma, F.Th.1986. Airborne pollen concentrations in Leiden, the Netherlands, 1977-1981. III. Herbs and weeds flowering in the summer. Grana 25: 47-54.
- Spieksma, F.Th.; Nikkels, B.H. & Bottema, S. 1994. Relationship between pollen deposition and airborne pollen concentration. Rev. Paleobot. Palynol. 82: 141-145.
- Stacy, E.A.; Hamrich, J.L.; Nason, J.D.; Hubbell, S.P.; Foster, R.B. & Condit, R. 1996. Pollen dispersal in low-density populations of three neotropical tree species. Am. Nat. 148: 275-298.
- Stuchlik, L. & Moncada, M. 1980. Descripción de pólenes con posibles propiedades alergógenas en Cuba. Ciencias Biológicas 5.
- Tauber, H.I. 1971. Investigation of aerial transport in a forested area. Danm.Bot.Ark. 32(1), 121pp.
- Tauber, H.I. 1977. Investigation of aerial transport in a forested area. Danm. Bot. Ark. 32(I). 121pp.
- Taylor, F.G.Jr. 1974. Phenodynamics of production in a mesic deciduous forest. In: Phenology and Seasonality Modeling. Ecological Studies 8 (ed. H. Lieth). Blackhuys publ., Leiden.



Trigo, M.M.; Recio, M.; Toro, F.J. & Cabezudo, B. 1997. Intradiurnal fluctuations an airborne pollen in Málaga (S. Spain): A quantitative method. Grana 36: 39-43.

Valero Santiago, A.L. & Picado Vallés, C. 2002. Polinosis.

Wiekgolaski, F.E. 1974. Phenology in Agricultura. In Lieth & Schwartz. Phenology in seasonal climates. I. (8): 369-381.

Wingenroth, M.C. 1996. Polen en la cordillera mendocina. X Jornadas Argentinas de Botánica, Libro de resúmenes: 238.

Wodehouse, R. 1965. Pollen grains. Their structure, identification and significance in Science and Medicine. Hafner, New York, fascimile 1935 edition. 574pp.

Yáñez, A.; Sonaglioni, M.J.; Murray, M.G.; Ramón, G.D.; Villamil, C.B. & Reyes, M.S. 2001. Relevamiento de pólenes aéreos en épocas de polinosis en la ciudad de Buenos Aires. Arch. Arg. Alerg. Inmunol. Clín. Vol 32 (2): 62.

Yazvenko, S.B. 1991. Modern pollen-vegetation relationships on the southeast Caucasus. Grana 30: 350-356.

*ATLAS*

**Morfología de tipos polínicos presentes en la atmósfera  
de la ciudad de La Plata.**

**1. Granos vesiculados**

**PINACEAE**

**CEDRUS** Trew

*Cedrus deodara* (Roxb.) Loudon. (Lám. 1: 1-2)

Nombre vulgar: cedro

Grano heteropolar con simetría bilateral de 44 \*56µm de diámetro. Cuerpo oblato-esferoidal Am elíptico o circular. Posee dos sacos aéreos hemisféricos, en general continuos que envuelven la zona distal. El sulco germinativo, ubicado en el polo distal suele presentar una membrana lisa. La escultura del cuerpo es granular-vermiculada

**PINUS L.**

*Pinus halepensis* L. (Lám. 1: 3-4)

Nombre vulgar: pino

Polen heteropolar, de simetría bilateral, de 38\*55µm. Cuerpo oblato- esferoidal. Am elíptico o circular. Posee dos vesículas aeríferas laterales esferoidales bien diferenciadas, El sulco germinativo en el polo distal. Tectado, escultura rugada. Exina de 2-4micras de espesor.

## **2. Granos inaberturados**

### **CUPRESSACEAE**

#### **CUPRESSUS L.**

*Cupressus sempervirens* L. (Lám. 1:5)

Nombre vulgar: ciprés

Granos Inaberturado, heteropolar, esferoidal. Am circular. Diámetro de 24  $\mu\text{m}$ . con una hendidura en el polo distal. En granos con contenido se observa el citoplasma en forma estrellada. Exina delgada de 1-2 micras de espesor. Escultura lisa con pequeños gránulos irregularmente esparcidos.

### **SALICACEAE**

#### **POPULUS L**

*Populus deltoides* L. (lám. 1:6)

Nombre vulgar: álamo

Grano Inaberturado. Esferoidal de 33 $\mu\text{m}$  de diámetro. Am circular. Tectum parcial. Exina muy delgada que a menudo se rompe. Exina de 1.5 -2 micras de espesor. Escultura granular densa y areolada.

### **3. Granos porados**

#### **CASUARINACEAE**

##### **CASUARINA L**

*Casuarina cunninghamiana* L. (Lám.2: 7-8)

Nombre vulgar: casuarina

Grano trizonoporado. Isopolar. En vista ecuatorial oblato, esferoidal. Diámetro 25\*30 µm. Poros areolados. Ligeramente engrosamiento de la exina a nivel de la abertura y espesamiento de la intina formando oncos. Escultura equinulada.

#### **HAMMAMELIDACEAE**

##### **LIQUIDAMBAR L.**

*Liquidambar styraciflua* L. (Lám. 2:9)

Nombre vulgar: liquidambar

Granos periporados, con 12 a 20 poros, esferoidal de 38µm. Los poros presentan una membrana con procesos de forma variable incluyendo, espínulas, verrugas, etc. Superficie equinulada-perforada.

#### **JUGLANDACEAE**

##### **JUGLANS L.**

*Juglans regia* L. (Lám. 2:10)

Nombre vulgar: nogal

Granos porados, Poros de 11 a 15 circulares esparcidos en más de un hemisferio. Esferoidales, medianos de 35\*39µm de diámetro. Exina formando domos poco engrosados alrededor de los poros. Escultura equinulada

#### **MORACEAE**

##### **MORUS L.**

*Morus alba* L. (Lám. 2: 11)

Nombre vulgar: morera blanca

Granos porados. Suboblato a oblato. Am circular. De 20\*25µm de diámetro. Poros, 2-3 en la zona ecuatorial. Membrana de los poros con proyecciones. Oncus a nivel de la intina. Exina de 1 micra de espesor. Escultura finamente equinulada.

## **ULMACEAE**

### **CELTIS L.**

*Celtis australis*. L. (Lám. 2: 12)

Nombre vulgar: alméz

Grano trizonoporado, isopolar. Amb triangular. En vista ecuatorial, oblato esferoidal, de 23-25µm de diámetro. Poros areolados. Escultura delicadamente verrucosa.

### **ULMUS L**

*Ulmus pumila* L. (Lám. 3: 13)

Nombre vulgar: olmo

Granos zoniporados. Oblado-esperoidal a suboblado de 26\*29µm de diámetro. Am subcircular o subpentagonal. Penta o hexazoniporado. Téctum completo. Exina de 1-1.5micras de espesor. Escultura rugulada cerebriforme con gránulos o espinas sobre los muros.

#### **4. Granos colpados**

##### **ACERACEAE**

###### **ACER L.**

*Acer negundo* L. (Lám 3: 14)

Nombre vulgar: arce

Granos Tricolpados, Isopolares, En vista ecuatorial oblado-esferoidales. Am subtriangular. Diámetro 28\*32µm. Colpos on membrana lisa. escultura finamente estriada.

##### **ARECACEAE**

###### **PHOENIX L.** (Lám 3: 15-16)

*Phoenix canariensis* L.

Nombre vulgar: palmera fénix

Granos monosulcados, heteropolares. Simetría bilateral, de 48\*39µm de diámetro. con abertura prolongada. Escultura rugulado-perforada

##### **BOMBACACEAE**

###### **CHORISIA H.B.L.**

*Chorisia insignis*. H.B.L. (Lám. 3: 17-18)

Nombre vulgar: palo borracho

Granos Tetracolpados. Amb circular. En vista ecuatorial suboblados, de 53\*60µm de diámetro. Colpos cortos. Superficie per-reticulada.

##### **CRUCIFERAE**

###### **BRASSICA L.**

*Brassica campestris* L. (Lám. 4: 19-20)

Nombre vulgar: brassica

Grano . Tricolpado. Isopolar. Amb triangular. En vista ecuatorial prolado-esferoidal de 23\*27µm de diámetro. Colpos relativamente cortos con membrana granular. Superficie reticulada.

## **OLEACEAE**

### **FRAXINUS L.**

*Fraxinus pennsylvanica* L. (Lám. 4: 21-22)

Nombre vulgar: fresno

Polen suboblato-esferoidal. Isopolar, de simetría radial. Diámetro de 20\*25 µm.

Tricolpado, colpos largos y estrechos. Membrana del colpo uniforme. Escultura reticulada con tectum parcial.

## **PLATANACEAE**

### **PLATANUS L.**

*Platanus acerifolia* L. (Lám.4: 23-24)

Nombre vulgar: plátano

Granos tricolpados. Isopolares, de simetría radial. En vista ecuatorial suboblatos o oblatos. Pequeño, con diámetro de 17-22 µm. Colpos anchos y membrana con proyecciones de forma variada (equinulas, báculas) Escultura reticulada, con lúmenes irregulares.



## **5. Granos colporados**

### **BORAGINACEAE**

#### **ECHIUM L.**

*Echium plantagineum* L. (Lám. 5: 25-26)

Nombre vulgar: Flor morada

Granos tricolporados. Anisopolar de 20\*24µm de diámetro. Membrana de los colpos verrucosa. Escultura reticulada.

### **CASTANEACEAE**

#### **CASTANEA Mill.**

*Castanea sativa* Mill. (Lám. 5: 27-28)

Nombre vulgar: castaño

Granos tricolporados, Goniotremo En vista ecuatorial, prolados, de 18.5\*12 µm de diámetro. Poros constrictos en el ecuador . Escultura foveolada.

### **FABACEAE**

#### **BAUHINIA L.**

*Bauhinia candicans* Benth. (Lám. 5: 29-30)

Nombre vulgar: pezuña de vaca

Granos tricolporados. En vista ecuatorial esferoidales, de 60\*70 µm de diámetro. Colpo corto con verrugas. Escultura microreticulada, con gemas.

#### **TIPUANA (Benth) Lillo.**

*Tipuana tipu* (Benth) Lillo. (Lám. 6: 31-32)

Nombre vulgar: tipa blanca

Granos tricolporados. Amb semiangular. En vista ecuatorial son sub-prolados, de 28\*40 µm de diámetro. Colpo ecuatorialmente constricto. Poro poco evidente. Escultura foveolada.

## **FAGACEAE**

### **QUERCUS L.**

*Quercus robur* L. (Lám. 6: 33-34)

Nombre vulgar: roble

Granos trizonicolporado. De simetría radial En vista ecuatorial sub-obrados a oblado-esferoidales, de 20\*25 µm de diámetro. Colpos con membrana lisa, poro lalongado. El relieve supratectal es irregularmente verrugoso.

## **HIPPOCASTANEACEAE**

### **AESCULUS L.**

*Aesculus hippocastanum*. L. (Lám. 6: 35-36)

Nombre vulgar: Castaño de las Indias

Grano Tricolporado, Pleurotremos. Amb triangular. En vista ecuatorial prolados, de 29\*18µm. Colpos largos con membrana granulada. Escultura estriado-perforada.

## **ROSACEAE**

### **PRUNUS L.**

*Prunus spinosa* L. (Lám. 7: 37-38)

Nombre vulgar: prunus

Granos Tricolporados. Amb circular. En vista ecuatorial prolados de 31µm de diámetro. Colpo ecuatorialmente constricto. Exina 1.5micras de espesor. Escultura estriada con estrías cortas y parcialmente ramificadas. Escultura perforada entre estrías.

## **SIMAROUBACEAE**

### **AILANTHUS L.**

*Ailanthus altissima* L. (Lám. 7: 39-40)

Nombre vulgar: árbol del cielo.

Granos tricolporados, Amb subtriangular. Forma en vista ecuatorial, prolada de 30\*27µm de diámetro. Márgenes del colpo con patrón estriado. Escultura estriado-reticulada.

## **6. Granos sincolpados**

### **MYRTACEAE**

#### **EUCALYPTUS L.**

*Eucalyptus globulus* L. (Lám. 7: 41-42)

Nombre vulgar: eucalipto

Granos sincolpados, Amb triangular. Isopolares, de 18  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Trizonocolporado. Colpos delgados. Poros areolados. Escultura escabrada

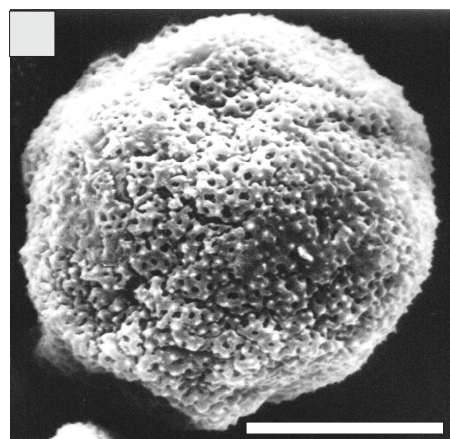
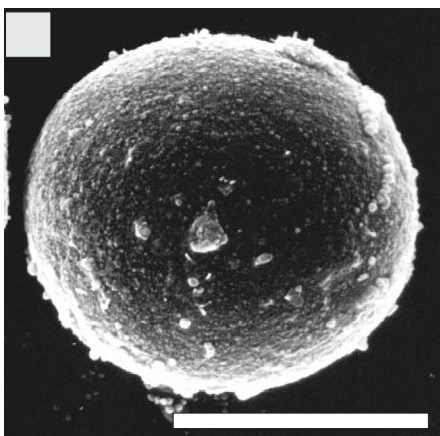
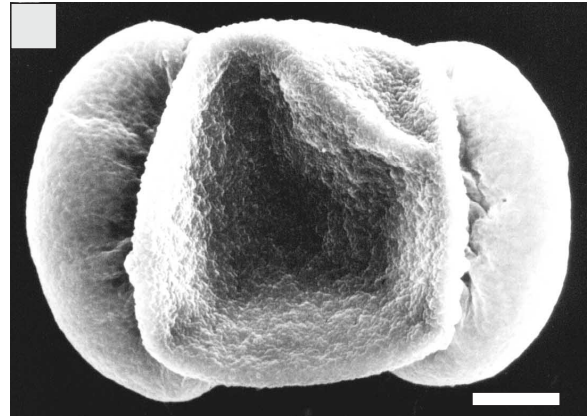
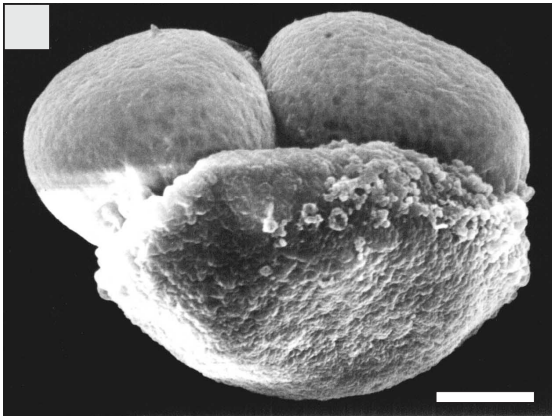
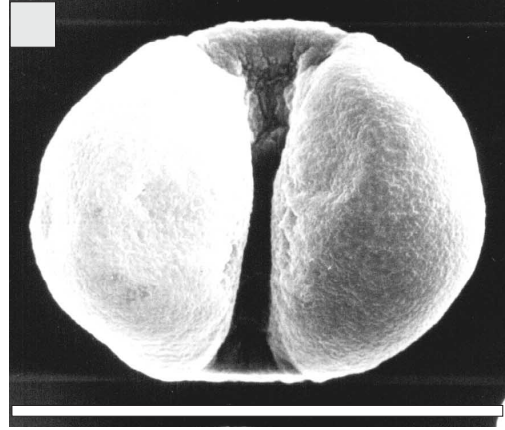
## **7. Granos fenestrados**

### **AMARANTHACEAE**

#### **ALTERNANTHERA** Standl (Lám. 8: 43-44)

*Alternanthera philoxeroides* Standl. Grano fenestrado, de 22  $\mu\text{m}$  de diámetro. Con 12 fenestras. Superficie de las fenestras equinulada. Muros simpli- baculados con espinas centrales.

# Tipos polínicos registrados en la atmósfera de La Plata



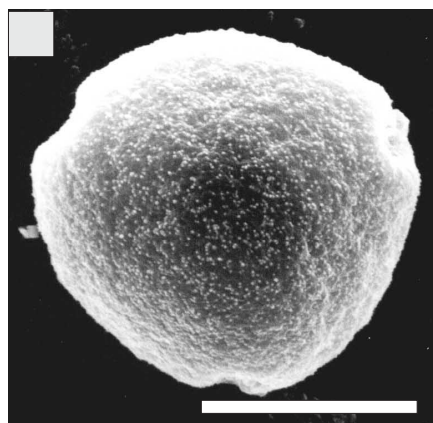
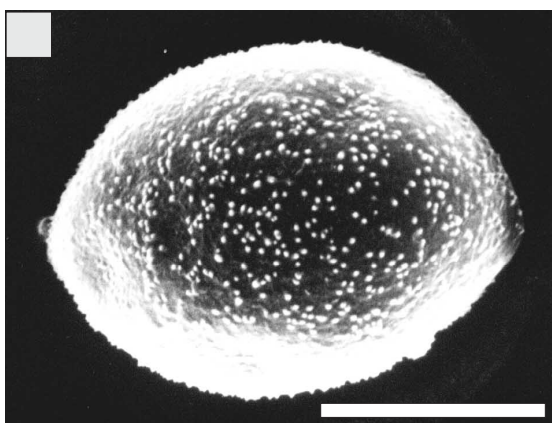
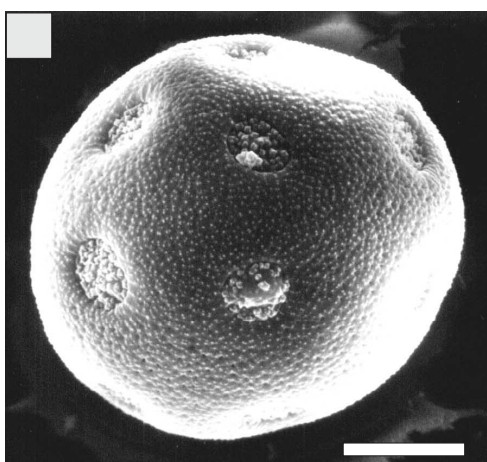
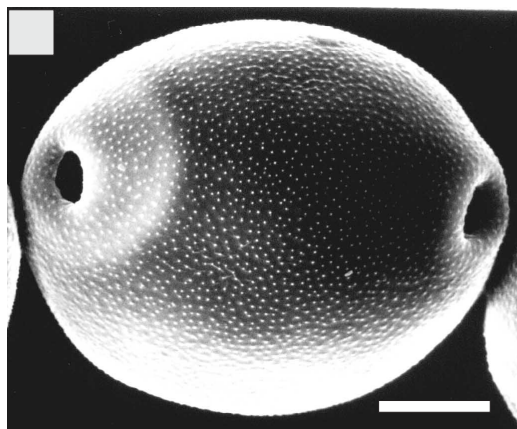
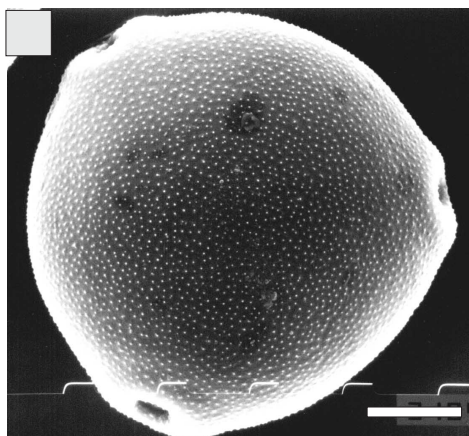
## Lámina 1

*Cedrus deodara* Fig. 1-2 (x 1000)

*Pinus halepensis* Fig. 3-4 (x 1500 - x 2000)

*Cupressus sempervirens* Fig. 5 (x 3500)

*Populus deltoides* Fig. 6 (x 3500)



## Lámina 2

*Casuarina cunninghamiana* Fig. 7-8 (x 2000)

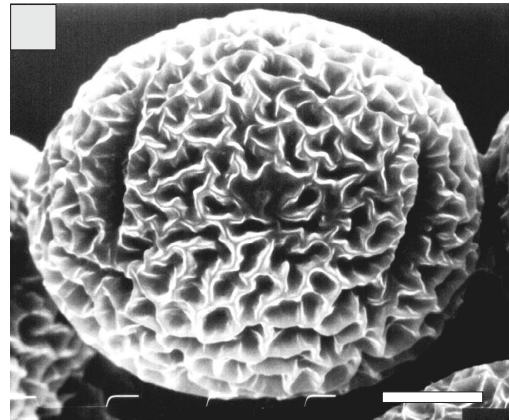
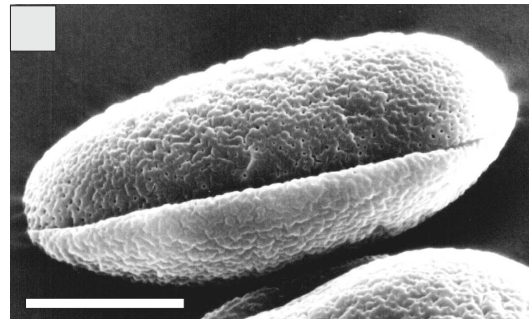
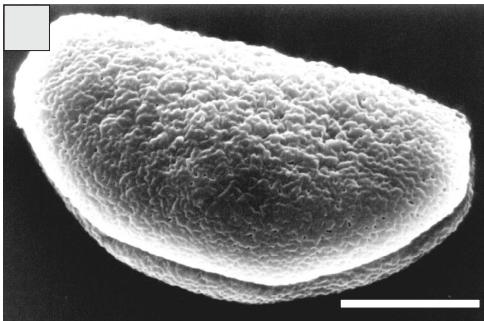
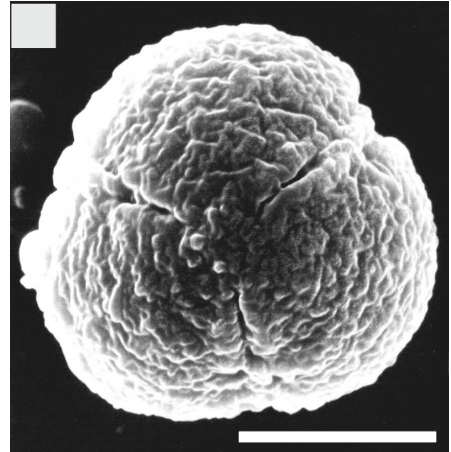
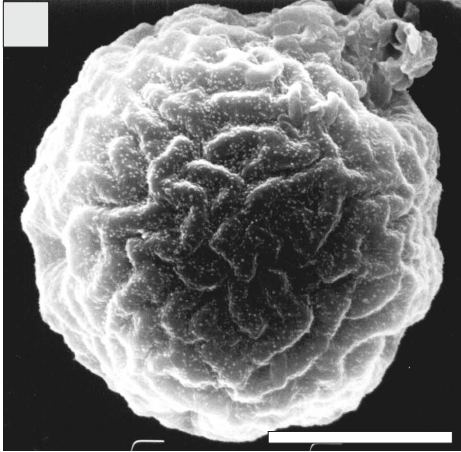
*Liquidambar styraciflua* Fig. 9 (x 2000)

*Juglans regia* Fig. 10 (x 2000)

*Morus alba* Fig. 11 (x 5000)

*Celtis spinosa* Fig. 12 (x 3500)





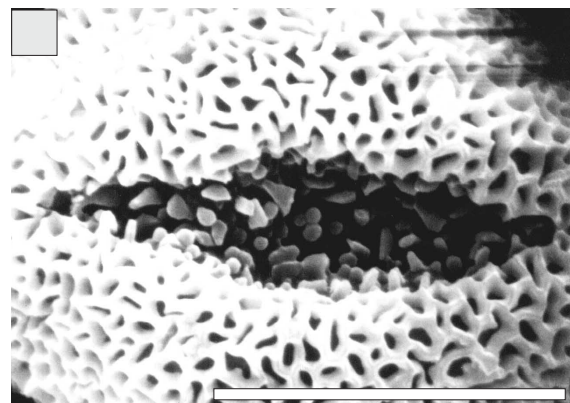
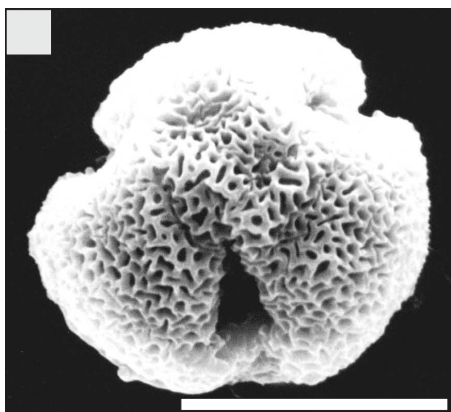
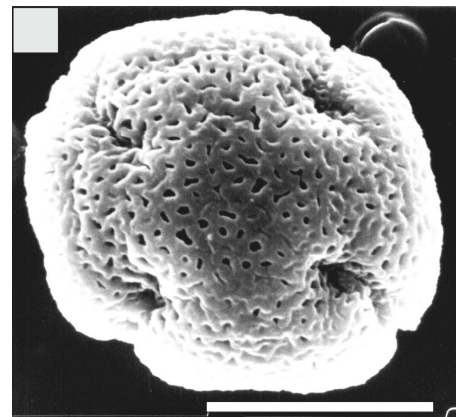
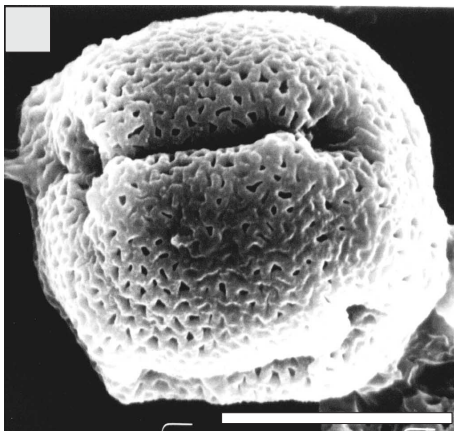
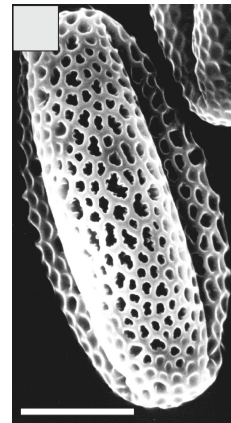
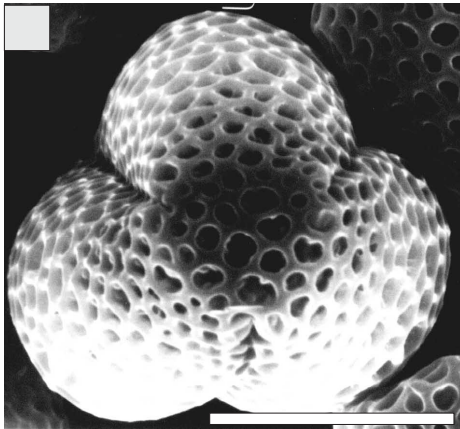
### Lámina 3

*Ulmus pumila* Fig. 13 (x 3500)

*Acer negundo* Fig. 14 (x 3500)

*Phoenix canariensis* Fig. 15-16 (x 3500)

*Chorisia insignis* Fig. 17-18 (x 1500 - x 2000)



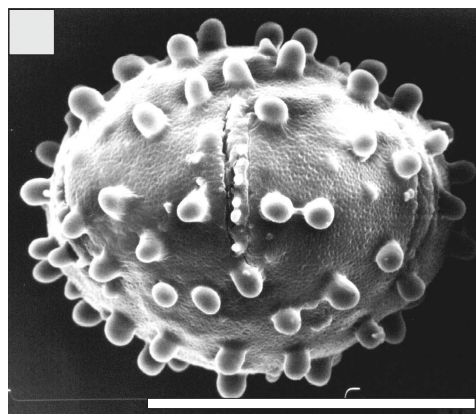
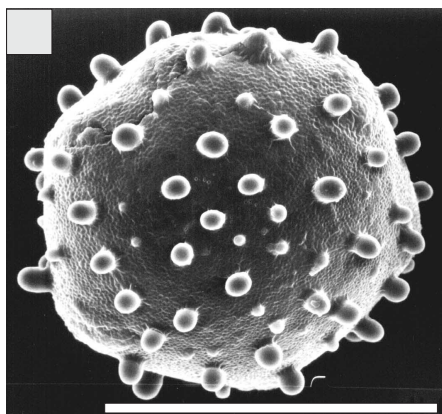
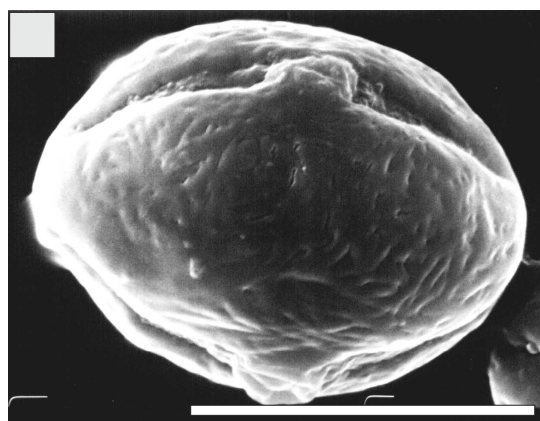
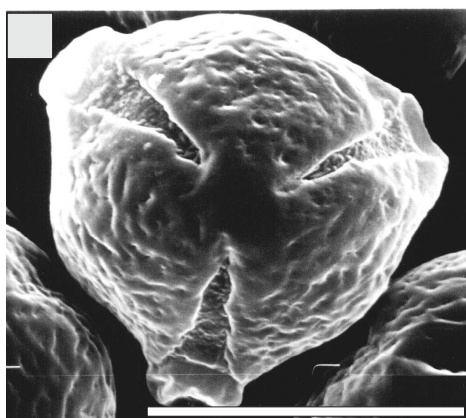
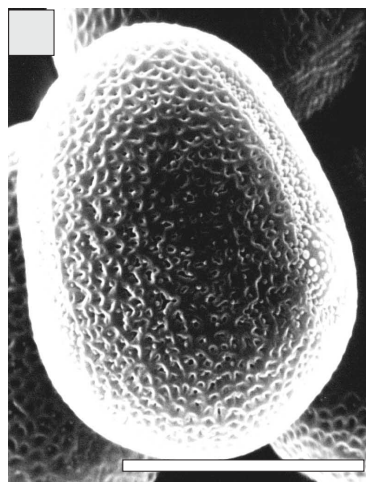
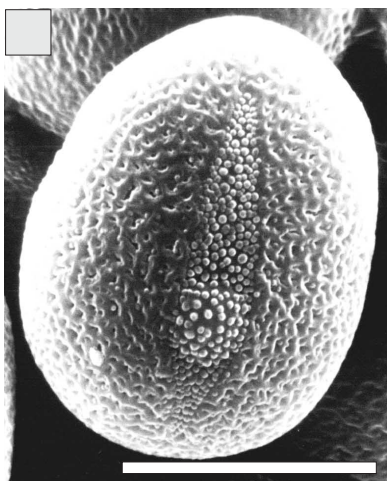
#### Lámina 4

*Brassica campestris* Fig. 19-20 (x 5000 - x 3500)

*Fraxinus americana* Fig. 21-22 (x 5000)

*Platanus acerifolia* Fig. 23 -24 (x 5000)



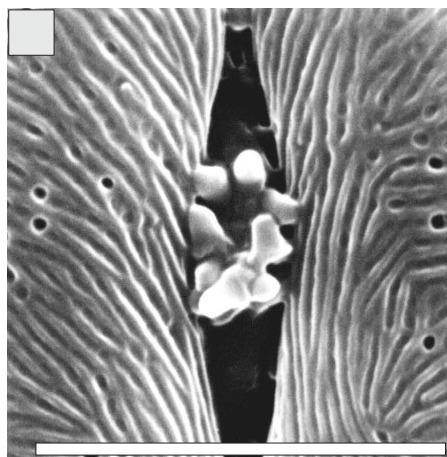
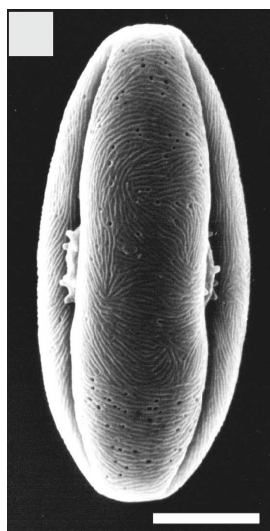
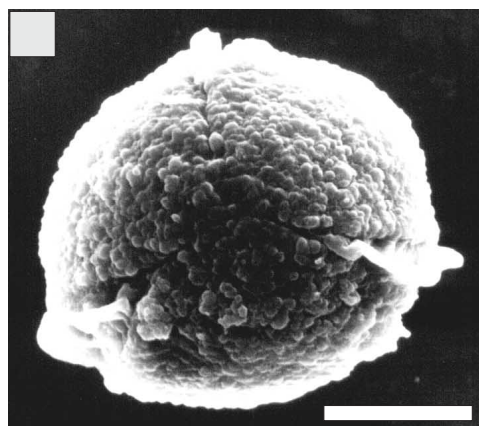
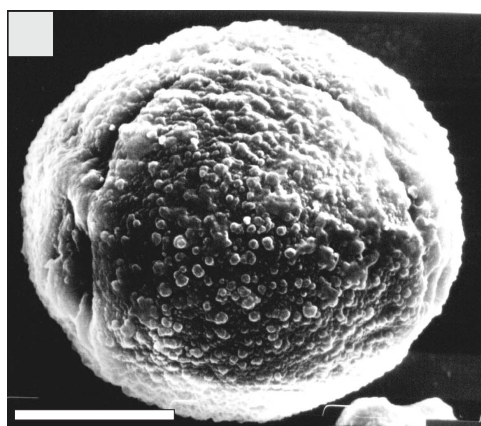
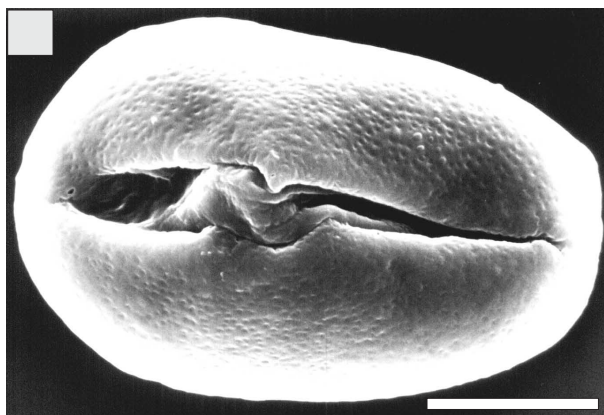
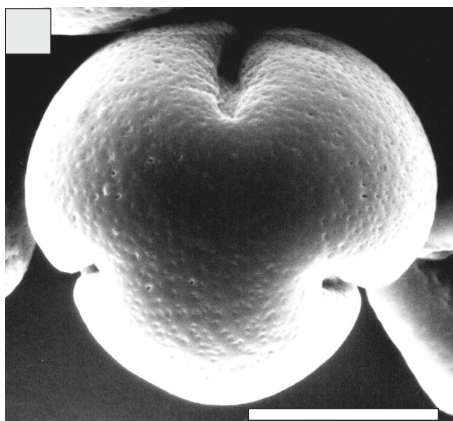


## Lámina 5

*Echium plantagineum* Fig. 25-26 (x 5000)

*Castanea sativa* Fig. 27-28 (x 7500)

*Bahuinia candicans* Fig. 29-30 (x 750)

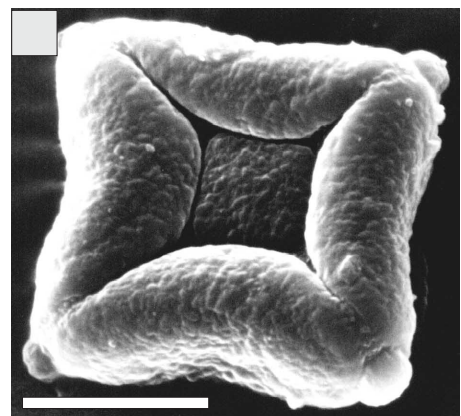
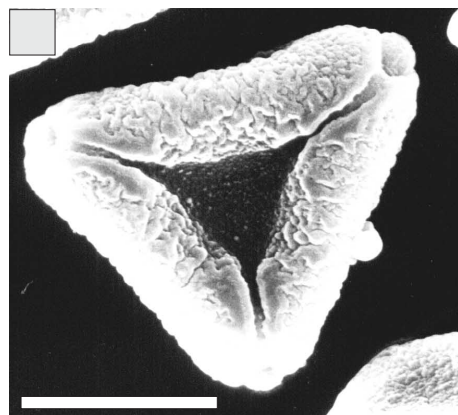
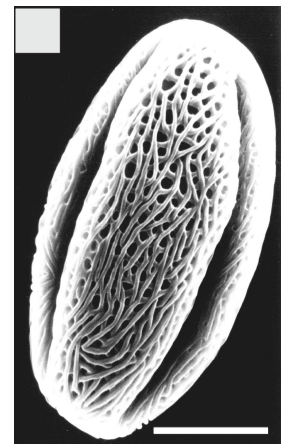
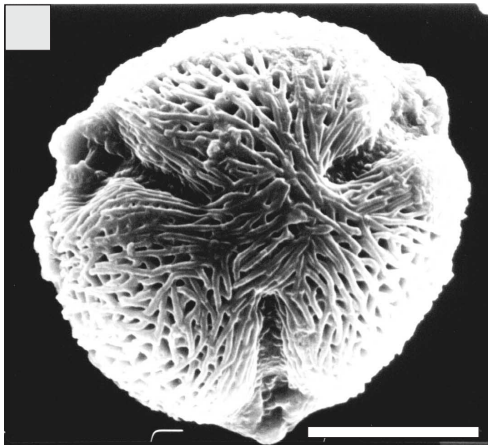
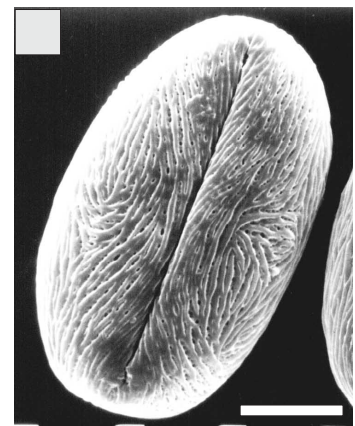
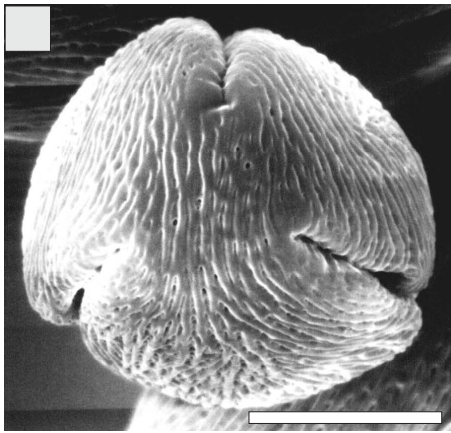


## Lámina 6

Tipuana tipu Fig. 31-32 (x 2000)

Quercus robur Fig. 33-34 (x 3500)

Aesculus hippocastanum Fig. 35-36 (x 2000- x 7500)



## Lámina 7

*Prunus spinosa* Fig. 37-38 (x 2000- x 3500)

*Ailanthus altissima* Fig. 39-40 (x 3500)

*Eucalyptus globulus* Fig. 41-42 (x 3500)



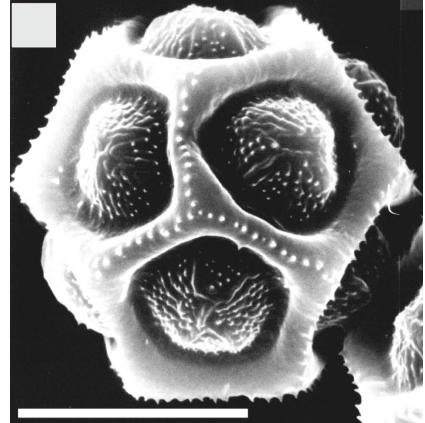
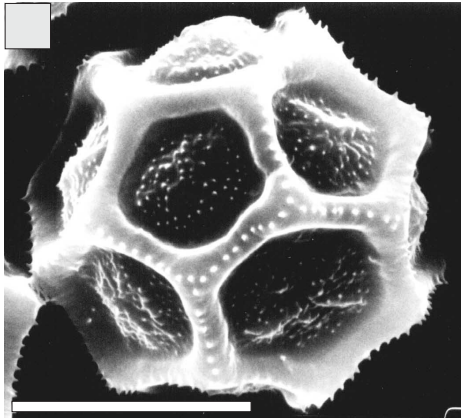


Lámina 8

*Althernanthera philoxeroides* Fig. 43-44 (x 5000)